

Основана в 1947 году
Выпуск 1197

И. Н. Сидоров
А. А. Димитров

МИКРОФОНЫ И ТЕЛЕФОНЫ

Справочник



Москва
«Радио и связь» 1993

ББК 32.87
С 34
УДК 621.395.61

Федеральная целевая программа книгоиздания России

Редакция литературы по электронике

Сидоров И. Н., Димитров А. А.
С 34 Микрофоны и телефоны: Справочник.— М.: Радио и связь, 1993.— 152 с.: ил.— (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1197).
ISBN 5-256-01072-7.

Приведены сведения о современных отечественных и зарубежных микрофонах и телефонах профессионального и бытового назначения, применяющихся в составе различной радиоэлектронной аппаратуры. Для каждого микрофона и телефона определена область применения и даны рекомендации по их эксплуатации. Приведены основные электроакустические характеристики, параметры и нормы на параметры внешних воздействий.

Для широкого круга специалистов, специализирующихся в области электроакустики, и радиолюбителей.

С $\frac{2303030000\text{-}093}{046(01)\text{-}93}$ КБ-52-132-92 ББК 32.87

Справочное издание

Сидоров Игорь Николаевич, **Димитров** Александр Александрович

МИКРОФОНЫ И ТЕЛЕФОНЫ

Справочник

Заведующий редакцией Ю. Н. Рысев
Редактор Е. Н. Гарденина
Художественный редактор В. И. Мусиенко
Технический редактор Т. Г. Роднна
Корректор Н. В. Козлова

ИБ 2526

Сдано в набор 27.05.93 Подписано в печать 08.09.93
Формат 60×88 1/16 Бумага книжно-журнальная Гарнитура литературная Печать высокая
Усл. печ. л. 9,31 Усл. кр.-отт. 9,68 Уч.-изд. л. 11,98 Изд. № 23601
Тираж 20 000 экз. (2-й завод 10 001—20 000) Зак. № 62 С-093

Издательство «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693
Типография издательства «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

ISBN 5-256-01072-7

Оглавление

Предисловие

В отечественной и зарубежной технической литературе содержатся многочисленные разрозненные сведения и информационно-технические материалы о микрофонах и телефонах различных типов и акустических систем, не позволяющие составить общее и цельное представление о номенклатуре, электроакустических параметрах и характеристиках. В справочнике сделана попытка систематизировать эти данные для микрофонов и телефонов, которые нашли широкое применение в системах радиовещания, телевидения, телефонии, проводной связи, для озвучивания, звукоусиления, записи и др.

Микрофоны и телефоны профессионального назначения, используемые в системах звукоусиления в радиовещании и телевидении, а также при проведении научно-исследовательских работ и для акустических измерений, имеют более широкий диапазон рабочих частот, повышенную чувствительность, надежность, долговечность и т. д. Любительскими микрофонами и телефонами комплектуются бытовые радиоэлектронные изделия и РЭА. Они проще по конструкции и устройству, дешевле и незначительно уступают профессиональным микрофонам и телефонам по электроакустическим характеристикам.

Микроминиатюризация РЭА и электронных изделий в полной мере коснулась и микрофонов, и телефонов.

Основная цель справочника — обобщить и систематизировать сведения, которые могут быть использованы в практической деятельности специалистов, работающих в системе звукового радиовещания, телевидения, звукозаписи и звуковоспроизведения, в НИИ и эксплуатационных организациях. Справочник поможет радиолюбителям, музыкантам и исполнителям вокально-инструментальных ансамблей (ВИА) правильно выбирать и применять микрофоны.

Последовательность изложения материала в справочнике в определенной степени отражает тенденции развития и совершенствования электроакустической техники и достижения науки и техники в рассматриваемой области. Микрофоны и телефоны рассматриваются как система электроакустических преобразователей, являющихся основной и неотъемлемой частью аппаратуры, обеспечивающих ее нормальное функционирование.

Приведенные в справочнике основные электроакустические параметры и технические характеристики микрофонов и телефонов соответствуют требованиям нормативно-технической документации (НТД) и установленным в действующих государственных стандартах и технических условиях (ТУ), но справочник не заменяет государственных стандартов и ТУ на изготовление и поставку микрофонов и телефонов и не является юридическим документом для предъявления рекламаций и претензий вышедшим из строя.

В справочнике отсутствуют сведения о теоретических основах электроакустики и методах расчета, но заинтересованный читатель может найти их в технической литературе, список которой приведен в конце книги.

В основу книги положены результаты обобщения опыта эксплуатации микрофонов и телефонов, результаты аттестации качества изделий по категориям качества и группам сложности, результаты анализа действующей НТД и других работ, проведенных авторами.

Глава первая

КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРОФОНОВ И ТЕЛЕФОНОВ

1.1. Общие сведения

Микрофоны и телефоны различных электроакустических систем составляют большую специальную группу радиотехнических изделий, предназначенных для преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы и электрических сигналов в акустические колебания. Эти изделия являются входными и выходными звеньями в системах радиовещания, телевидения, озвучивания, звукоусиления и т. п. Микрофоны и телефоны работают в электроакустических трактах радио- и проводной связи от источника звуковых колебаний, создаваемых голосом человека, музыкальными инструментами или другими средствами через воздушную среду и от различных усилителей РЭА. Первое звено любого акустического тракта — микрофон является, как правило, определяющим качественные характеристики передаваемых звуков: полосу воспроизводящих частот, чувствительность, разборчивость речи.

Отечественная промышленность изготовляет более 100 конструктивных исполнений микрофонов и телефонов, отличающихся типом электроакустической системы. Микрофоны и телефоны в зависимости от системы и способа преобразования акустических колебаний подразделяются на электродинамические (катушечные и ленточные), электромагнитные, угольные, конденсаторные, пьезокерамические, полупроводниковые. Конструктивное исполнение рассматриваемых изделий находится в прямой зависимости от ряда основных факторов: массогабаритных параметров; уровня технологии изготовления; условий эксплуатации и способа преобразования акустических колебаний. Все микрофоны и телефоны можно характеризовать по четко определенным признакам, которые позволяют дать их описание по группам сложности, установленным в государственных стандартах.

Сведения, касающиеся терминов и определений в области электроакустики, широко применяемые в технической литературе и нормативной документации, призваны обеспечить одинаковое понимание материала справочника. Некоторые термины не имеют стандартизованных синонимов, но полностью совпадающие по смыслу также нашли отражение в справочнике. Например, любительские микрофоны и бытовые микрофоны, телефон и телефонный капсюль или капсюльный телефон и другие.

Правильному выбору и применению микрофонов и телефонов в зависимости от требований направленности и способа преобразования звуковых волн и электрических колебаний помогает подробное описание конструктивного устрой-

ства, принципа действия и др. Последнее имеет наиболее важное значение для различных типов микрофонов, являющихся акустомеханическими системами. Катушечные, ленточные, конденсаторные и электретные микрофоны обладают определенными достоинствами и недостатками, что позволяет правильно применять тот или иной тип микрофона в конкретном электроакустическом тракте в зависимости от характера передаваемой информации и при различных климатических и механических воздействиях. Важное значение при выборе и правильном применении микрофонов и телефонов также имеют сведения о стандартизованных электроакустических параметрах и технических характеристиках микрофонов и телефонов. К основным из них относятся: номинальный диапазон рабочих частот, чувствительность микрофона по свободному полю, разность уровней стереофонической чувствительности системы, типовая частотная характеристика чувствительности, модуль полного электрического сопротивления, характеристика направленности, перепад чувствительности фронт—срез, коэффициент гармоник, отдача и некоторые др. Большинство параметров имеют стандартизованные значения, которые определяют *группу сложности* микрофона или телефона. Микрофоны и телефоны имеют нормированные диапазоны частот: для нулевой группы сложности нижний предел не более 20 Гц, а верхний — не менее 20 000 Гц; первой группы сложности 40 и 18 000 Гц; второй группы сложности 50 и 12 500 Гц; третьей группы сложности 80 ... 10 000 Гц. Некоторые специальные и профессиональные микрофоны, например для точного измерения звукового давления (измерительные микрофоны), имеют нижний предел диапазона частот не более 20 и верхний предел до 40 000 Гц.

Все номинальные значения основных электроакустических параметров и технических характеристик микрофонов и телефонов, рассматриваемые в справочнике, соответствуют эксплуатации в нормальных климатических условиях: температура окружающей среды 15 ... 35° С; относительная влажность воздуха 45 ... 80% при 22° С и атмосферное давление воздуха 84 ... 106,7 кПа (720 ... ... 780 мм рт. ст.). Если номинальные значения основных параметров микрофонов и телефонов сохраняются в климатических условиях, отличных от нормальных, то они указываются для каждого типа микрофона или телефона. Для каждого типа и конструктивного исполнения микрофона и телефона указываются предельные значения климатических и механических воздействующих факторов, при которых они могут эксплуатироваться, сохраняя заданные значения электроакустических параметров.

1.2. Основные термины и определения

Акустическое оформление — конструктивный элемент, обеспечивающий эффективное излучение или прием звука.

Диаграмма направленности — графическое изображение характеристики направленности в полярных координатах.

Динамический диапазон микрофона — разность между уровнями предельного звукового давления и собственных шумов.

Звуковое поле — пространство упругой среды, обычно воздушной, в которой распространяются звуковые волны (колебания).

Закрытая акустическая система — акустическая система, в которой упругость воздуха в объеме акустического оформления соизмерима с упругостью подвижной системы микрофона, а излучения передней и тыльной подвижной системы изолированы друг от друга во всем диапазоне частот.

Интенсивность звука — поток звуковой энергии, переносимый средой в направлении распространения через единицу поверхности, ему перпендикулярной, за единицу времени.

Коэффициент направленности микрофона — отношение квадрата чувствительности микрофона в свободном поле в направлении рабочей оси к среднему по всем направлениям квадрату чувствительности на частотах f или в полосе частот со среднегеометрической частотой $f_{ср}$.

Модуль полного электрического сопротивления — нормированное значение выходного или внутреннего электрического сопротивления на частоте 1 кГц.

Неравномерность частотной характеристики — разность между максимальным и минимальным уровнем чувствительности микрофона в номинальном диапазоне частот.

Номинальный диапазон рабочих частот — диапазон частот, в котором микрофон воспринимает акустические колебания и в котором нормируются его параметры.

Номинальное электрическое сопротивление — заданное в нормативно-технической документации активное сопротивление, которым замещают сопротивление электроакустического устройства при определении подводимой к нему электрической мощности.

Номинальная мощность — заданная электрическая мощность, при которой нелинейные искажения электроакустического устройства не должны превышать требуемые.

Перепад чувствительности фронт—срез — отношение чувствительности микрофона в направлении рабочей оси к чувствительности под углом 180° к ней.

Направленность микрофона — отношение чувствительности микрофона к осевой чувствительности.

Полярная характеристика микрофона — зависимость направленности микрофона от угла, составленного направлением падения звуковой волны и акустической осью.

Стандартный уровень чувствительности — выраженное в децибелах отношение номинального напряжения, развиваемого на номинальном сопротивлении нагрузки при звуковом давлении 1 Па, к напряжению, соответствующему мощности 1 мВт.

Сигнал звукового вещания — колебание, соответствующее речи, музыке или их сочетание. Звуковое колебание, воздействующее на микрофон или излучаемое телефоном, называется акустическим сигналом.

Среднее звуковое давление — среднеквадратичное значение звукового давления, развиваемого электроакустическим устройством в заданных диапазонах частот и точке свободного поля при подведении к нему напряжения, соответствующего заданной электрической мощности.

Уровень собственного шума микрофона — выраженное в децибелах отношение эффективного значения напряжения, обусловленного флуктуациями давления в окружающей среде и тепловыми шумами различных сопротивлений в

электрической части микрофона, к напряжению, развиваемому микрофоном на нагрузке при давлении 1 Па при воздействии на микрофон полезного сигнала с эффективным давлением 0,1 Па.

Характеристика направленности — зависимость чувствительности микрофона в свободном поле на определенной частоте от угла между осью микрофона и направлением на источник звука.

Чувствительность микрофона — это отношение напряжения на выходе микрофона к воздействующему на него звуковому давлению, выраженное в милливольтах на паскаль.

Частотная характеристика по звуковому давлению — графическая или численная зависимость от частоты уровня звукового давления, развиваемого электроакустическим устройством в определенной точке свободного поля, находящейся на определенном расстоянии от рабочего центра, при постоянном значении напряжения на выводах.

Частотная характеристика — это зависимость осевой чувствительности или ее уровня от частоты.

Капсюль — основная часть электроакустического изделия, представляющая собой плоский конденсатор, одна из обкладок которого служит мембраной, колеблющейся под действием звуковых волн, а вторая является неподвижным электродом.

Ларингофон — устройство для преобразования механических колебаний связок и хрящей гортани говорящего человека в электрические сигналы.

Микрофон — устройство для преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы.

Телефон — устройство для преобразования электрических колебаний в звуковые, акустические колебания воздушной среды.

1.3. Классификация

Микрофоны и телефоны могут быть классифицированы по различным признакам: по способу преобразования акустических (звуковых) колебаний в электрические; способу воздействия звуковых колебаний на диафрагму; конструктивному исполнению; функциональному назначению; группам сложности; требованиям эксплуатации и области применения и некоторым другим признакам.

Микрофоны, классифицируемые *по принципу преобразования акустических колебаний*, подразделяются на электродинамические, электромагнитные, электростатические, угольные, пьезоэлектрические и полупроводниковые. Электродинамические микрофоны составляют большую группу катушечных и ленточных микрофонов широкого диапазона применения. К электростатическим микрофонам относятся конденсаторные и электретные микрофоны, используемые в большинстве случаев для профессиональных целей, имеют высокую чувствительность в свободном поле и хорошую частотную характеристику. Электромагнитные микрофоны не получили широкого применения из-за узкого частотного диапазона и большой неравномерности частотной характеристики. В микротелефонных трубках и в системах служебной связи находят широкое применение угольные и полупроводниковые микрофоны. К данной классификационной группировке можно отнести также пьезоэлектрические микрофоны, преоб-

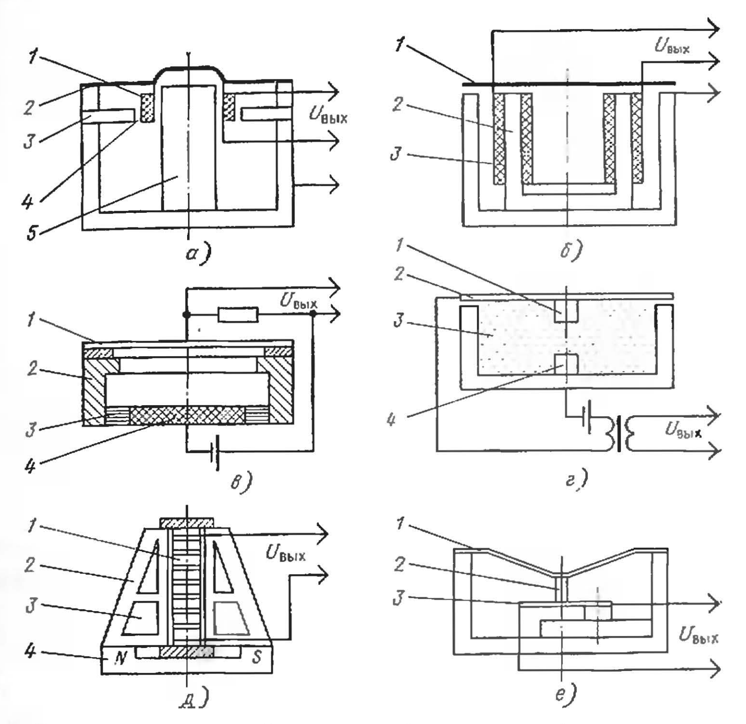


Рис. 1.1. Схематическое устройство микрофонов, классифицированных по способу преобразования колебаний:

а — электродинамического (*1* — катушка; *2* — диафрагма; *3* — фланец; *4* — кольцевой зазор; *5* — постоянный магнит); *б* — электромагнитного (*1* — диафрагма; *2* — полюсные наконечники; *3* — магнит); *в* — конденсаторного (*1* — мембрана; *2* — корпус из керамики; *3* — изолирующее кольцо; *4* — металлокерамический фильтр); *г* — угольного (*1* — электрод подвижной диафрагмы; *2* — диафрагма; *3* — угольный порошок; *4* — электрод неподвижной диафрагмы); *д* — ленточного (*1* — гофрированная лента; *2* — полюсные наконечники; *3* — сквозные отверстия в полюсных наконечниках; *4* — магнит); *е* — пьезоэлектрического (*1* — диафрагма; *2* — стержень; *3* — пьезоэлектрический элемент)

разование звуковых колебаний в которых обеспечивается материалами, работающими на изгиб.

Микрофоны, классифицированные по признаку преобразования акустических колебаний в электрический сигнал, приведены на рис. 1.1. Эти микрофоны обладают специфическими качественными показателями, которые определяют область применения в конкретных условиях эксплуатации в зависимости от класса качества аппаратурного комплекса.

Классификация микрофонов *по признаку приема звуковых колебаний* включает в свой состав три основные группы: микрофоны-приемники звукового давления; микрофоны-приемники градиента звукового давления и микрофоны комбинированные. Микрофоны, классифицированные по рассматриваемому признаку, учитывающему особенности приема звуковых колебаний, определяют не только получаемую характеристику направленности, но и способы размещения микрофонов относительно источника звука. Это способствует правильному выбору микрофона в зависимости от требований направленности, кото-

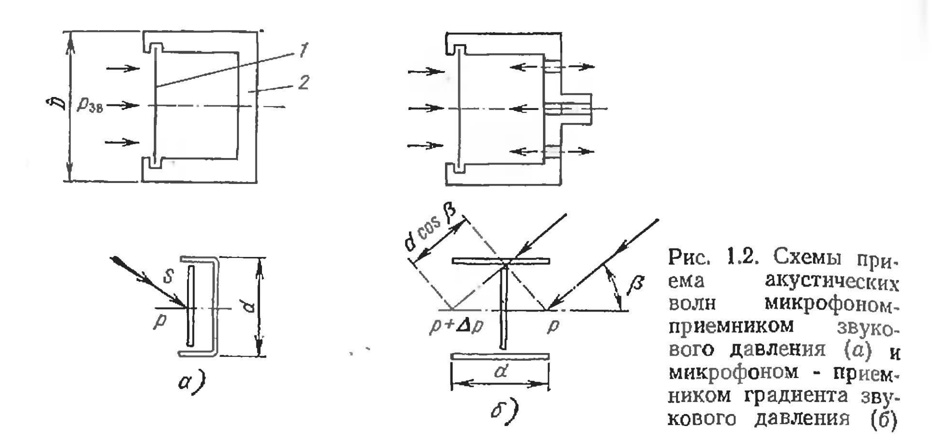


Рис. 1.2. Схемы приема акустических волн микрофоном-приемником звукового давления (*а*) и микрофоном - приемником градиента звукового давления (*б*)

рые, в свою очередь, определяются взаимным расположением источника звука, угловыми охватами звуковой панорамы, наличием постороннего акустического шума в помещении и др.

Микрофоны, классифицированные по признаку приема звуковых колебаний, приведены на рис. 1.2.

По признаку электроакустических параметров микрофоны и телефоны подразделяются на группы сложности: высшая, первая, вторая и третья. Микрофоны и телефоны, отнесенные к высшей, первой и второй группам сложности, применяются для передачи музыки и речи, для звукоусиления, звукозаписи и звукопередачи; микрофоны третьей группы сложности предназначены только для передачи речи. Области применения микрофонов и телефонов в зависимости от группы сложности, соответствующей стандартизованным параметрам и характеристикам, приведены в табл. 1.1.

По признаку характеристики направленности микрофоны подразделяются на четыре типа: с круговой диаграммой; двунаправленной диаграммой, имеющей вид «восьмерки» (косинусоидальная полярная характеристика); кардиоидной диаграммой; односторонне направленными диаграммами — суперкардиоидной и с гиперкардиоидной (рис. 1.3). В процессе создания музыкальных и сложных вещательных программ используются микрофоны с различной направленностью: для приема сигналов, отраженных от поверхностей помещения, в студиях и театральных залах используют ненаправленные микрофоны; для обслуживания солистов — остронаправленные микрофоны типа приемников градиента звукового давления и комбинированных [3]. Программы в виде комплексных сложных музыкальных и музыкально-драматических произведений обеспечиваются с помощью четкой расстановки в студиях групп микрофонов, каждый из которых соединяется экранированным коаксиальным кабелем с отдельным входом звукорежиссерского пульта. Эта задача реализуется выбором микрофонов конкретных типов с определенными эксплуатационно-техническими характеристиками.

Классификация микрофонов и телефонов *по требованиям эксплуатации приведена* в табл. 1.2—1.4. Группы исполнения микрофонов и телефонов опре-

Таблица 1.1. **Области применения микрофонов и телефонов**

Группа сложности		Область применения	Основные электроакустические параметры
Наименование	Обозначение		
Высшая	0	Профессиональная передача и запись музыки и художественной речи в концертных залах, театрах и студиях и звукоусиление музыки и речи	Номинальный диапазон 20... ...20 000 Гц; неравномерность частотной характеристики 5±±2 дБ; чувствительность 1,2 мВ/Па; чувствительность фронт—срез не менее 12 дБ
Первая	1	Передача и запись (в том числе с бытовой аппаратурой магнитной записи), а также звукоусиление музыки и художественной речи в студиях, залах и театрах	Номинальный диапазон 40... ...18 000 Гц; неравномерность частотной характеристики 8±±2,5 дБ; чувствительность 1,5 мВ/Па; чувствительность фронт—срез не менее 8 дБ
Вторая	2	Передача и запись (в том числе с бытовой аппаратурой магнитной записи), а также звукоусиление речи в любых помещениях	Номинальный диапазон 50... ...12 500 Гц; неравномерность частотной характеристики 12±±2,5 дБ; чувствительность 1,5 мВ/Па; чувствительность фронт—срез не менее 6 дБ
Третья	3	Передача и запись (в том числе с бытовой аппаратурой магнитной записи), звукоусиление речи в любых помещениях и вне помещения, а также местное радиовещание, диспетчерская и служебная связь	Номинальный диапазон 80... ...10 000 Гц; неравномерность частотной характеристики 20±±2,5 дБ; чувствительность 2 мВ/Па; чувствительность фронт—срез не менее 6 дБ

деляются конструкторско-технологическими особенностями микрофонов и телефонов, которые обеспечивают их эксплуатацию в одном или нескольких климатических районах, исходя из достигнутого уровня стойкости изделий к климатическим и механическим воздействиям.

Категории размещения характеризует место размещения микрофонов и телефонов в аппаратуре и условия эксплуатации (ГОСТ 15150—89): 1 — на открытом воздухе (1.1 — для хранения в помещениях категории 4); 2 — эксплуатация под навесом (2.1 — в качестве встроенного элемента); 3 — в закрытых помещениях (3.1 — в нерегулярно отапливаемых помещениях); 4 — в помещениях с искусственным климатом (4.2 — в лабораториях и жилых помещениях); 5 — в помещениях с повышенной влажностью (5.1 — внутри изделий категории 5). Конкретные значения повышенной и пониженной температуры, относительной влажности при определенной температуре окружающей среды и атмосферного давления устанавливаются в ТУ на изделия.

Таблица 1.2. **Группы исполнения и категории размещения при воздействии температуры**

Группа исполнения	Климатические районы	Категория размещения	Температура окружающей среды, °С	
			рабочая	предельная
I	У; ТУ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	—45 ... +40	—50 ... +45
		3.1	—10 ... +40	—10 ... +45
		5; 5.1	—5 ... +35	—5 ... +35
II	ХЛ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	—60 ... +40	—70 ... +45
		3.1	—10 ... +40	—10 ... +45
		5; 5.1	—10 ... +35	—10 ... +35
III	УХЛ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	—60 ... +40	—70 ... +45
		3.1	—10 ... +40	—10 ... +45
		4	1 ... 35	1 ... 40
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	10 ... 35	1 ... 40
		5; 5.1	—10 ... +35	—10 ... +35
IV	ТВ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 3.1	1 ... 40	1 ... 45
		4	1 ... 40	1 ... 40
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	10 ... 45	10 ... 45
		5; 5.1	1 ... 35	1 ... 35
V	Т; ТС	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 3.1	—10 ... +50	—10 ... +60
		4	1 ... 45	1 ... 55
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	10 ... 45	10 ... 45
		5; 5.1	1 ... 35	1 ... 35
VI	О	1; 1.1; 2; 2.1	—60 ... +50	—70 ... +60
		4	1 ... 45	1 ... 55
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	10 ... 45	10 ... 45
		5; 5.1	—10 ... +35	—10 ... +35
VII	М	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	—40 ... +40	—40 ... +45
		4; 3.1	—10 ... +40	—10 ... +40
		4.1	15 ... 35	1 ... 40
		4.2	1 ... 40	1 ... 40
VIII	ТМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	1 ... 45	1 ... 45
		4	1 ... 45	1 ... 45
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	1 ... 45	1 ... 45
IX	ОМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	—40 ... +45	—40 ... +45
		4; 3.1	—10 ... +45	—10 ... +45
		4.1	15 ... 35	1 ... 40
		4.2	1 ... 40	1 ... 40

Группа исполнения	Климатические районы	Категория размещения	Температура окружающей среды, °С	
			рабочая	предельная
Х	В	1; 1.1; 2; 2.1; 3	—60 ... +50	—70 ... +60
		3.1	—10 ... +50	—10 ... +60
		4	—10 ... +45	—10 ... +55
		4.1	10 ... 25	1 ... 40
		4.2	1 ... 45	1 ... 45
		5; 5.1	—40 ... +45	—40 ... +45

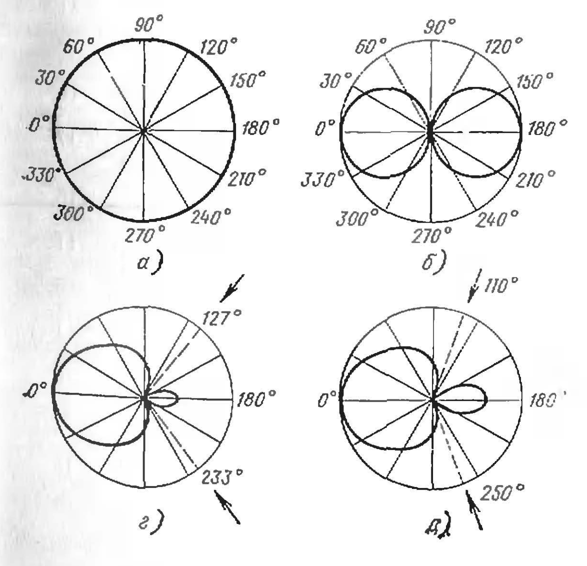
Примечание: В — всеклиматическое исполнение; М — морской; О — общеклиматическое исполнение; ОМ — умеренно-холодный тропический морской; Т — тропический; ТВ — тропический влажный; ТМ — тропический морской; ТС — тропический сухой; ТУ — тропический умеренно влажный; У — умеренный; УХЛ — умеренно холодный; ХЛ — холодный.

1.4. Основные параметры

Основные параметры микрофонов профессионального и бытового назначения и их стандартизованные значения приведены в табл. 1.5. Основные параметры телефонов указаны в табл. 1.6.

Согласно требованиям НТД параметры микрофонов бытового и профессионального назначения и входов РЭА для их подключения согласовываются между собой и соответствуют нормам (табл. 1.7).

Осевую чувствительность микрофона, работающего в свободном поле при распространении синусоидальной звуковой волны в направлении акустической



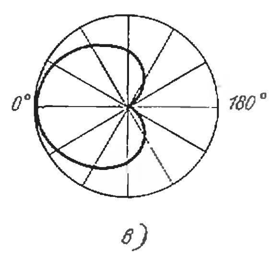


Рис. 1.3. Типовые диаграммы направленности микрофонов полярных в координатах:

а — ненаправленная (круг); *б* — двунаправленная — косинусоида («восьмерка»); *в* — односторонне направленная (кардиоида); *г* — односторонне направленная (суперкардиоида): односторонне направленная (гиперкардиоида)

Таблица 1.3. Группы исполнения и категории размещения при воздействии влажности воздуха

Группа исполнения	Климатические районы	Категория размещения	Относительная влажность, %		Абсолютная влажность (среднегодовая), г·м³
			среднегодовая	верхняя	
I	УХЛ	4; 4.1; 4.2	60 при 20°C	80 при 25°C	10
II	У; УХЛ; ХЛ	1; 2	80	100	11
	ТУ, ХЛ	1.1	70	98	10
		2.1; 3; 3.1	80	98	11
		5	90	100	13
		5.1	90 при 15°C	98 при 25°C	13
III	ТС	1; 2	40	100	10
		1.1; 3; 3.1; 4; 4.1; 4.2	40 при 27°C	80	10
		5	90	100	13
		5.1	90 при 15°C	80 при 25°C	13
IV	ТВ; Т; О; В	1; 2; 5	80	100	20
	ТМ; ОМ	1.1	70	98	17
		2.1; 5.1	80 при 27°C	98 при 35°C	20
V	ТВ; Т; В	3	70 при 27°C	98 при 35°C	17
VI	ТМ; ОМ	3.1	70 при 27°C	98 при 35°C	17
		4	70 при 27°C	98 при 35°C	17
		4.1	60 при 20°C	80 при 25°C	10
		4.2	70 при 27°C	98 при 35°C	17
VII	М	1; 2	80 при 22°C	100 при 25°C	15
		1.1	70 при 22°C	98 при 25°C	11
		2.1	80 при 22°C	98 при 25°C	15
		3; 4; 3.1	70 при 22°C	98 при 25°C	11
		4.1	60 при 20°C	80 при 25°C	10
		4.2	70 при 22°C	98 при 25°C	11
		5	80 при 22°C	100 при 25°C	15
		5.1	80 при 22°C	98 при 25°C	15

Таблица 1.4. Группы исполнения по стойкости к механическим воздействиям

Группа исполнения	Пиковое ударное ускорение, м/с²		Вибрационные нагрузки	
	Одиночные удары	Многократные удары	Диапазон частот, Гц	Амплитуда ускорения, м/с²
М1	—	150	1...35	5
М2	10	150	1...55	10
М3	15	150	1...55	20
М4	20	150	1...80	50
М5	30	400	1...200	50
М6	150	400	1...50	100

оси микрофона, определяют по формуле $\eta_0=U/p$, где U — напряжение на выходе микрофона; p — звуковое давление.

Чувствительность микрофона по диффузному полю находят по формуле $E_{\text{диф}}=U/p_{\text{диф}}$, где $p_{\text{диф}}$ — звуковое давление в точке до размещения в ней микрофона.

В рассматриваемых случаях *свободным полем* называют такое поле, в котором преобладает прямая звуковая волна, а отраженные звуковые волны отсутствуют или пренебрежимо малы. *Диффузное поле* — это такое поле, в каждой точке которого одинакова плотность звуковой энергии и в котором по всем направлениям распространяются одинаковые потоки звуковой энергии.

Чувствительность микрофона-приемника давления при наличии микрофонного трансформатора определяется выражением $E=nK_{\text{св}}SZ_{\text{н}}/(Z_{\text{м}}+Z_{\text{к}})(Z+Z_{\text{н}})$, где n — коэффициент трансформации микрофонного трансформатора; $K_{\text{св}}$ — коэффициент связи между механическими и электрическими величинами; S — действующая поверхность диафрагмы; $Z_{\text{н}}$ — сопротивление нагрузки микрофона со стороны электрического выхода; $Z_{\text{м}}$ — собственное механическое сопротивление преобразователя; $Z_{\text{к}}$ — внесенное механическое сопротивление; Z — электрическое сопротивление преобразователя.

В режиме холостого хода (х.х) чувствительность микрофона $E_{\text{х.х}}=nK_{\text{св}}S/Z_{\text{м}}$.

Уровень чувствительности микрофона определяется по формуле $N_{\text{м}}=20\lg(E/E_{\text{нач}})=20\lg E-60$.

Стандартный уровень чувствительности, дБ, определяется по формуле $N_{\text{ст}}=10\lg(U^2_{\text{ном}}/R_{\text{ном}}P_0)$, где $U_{\text{ном}}$ — напряжение, развиваемое на номинальном сопротивлении нагрузки $R_{\text{ном}}$ при звуковом давлении 1 Па; P_0 — мощность, развиваемая микрофоном при давлении 1 Па.

Неравномерность частотной характеристики определяется по формуле $\Delta N=N_{\max}-N_{\min}$.

Уровень собственного шума микрофона, дБ, определяется по формуле $N_{\text{ш}}=20\lg(U_{\text{ш}}/U_1)$, где $U_{\text{ш}}$ — эффективное значение напряжения, обусловленного флуктуациями давления в окружающей среде и тепловыми шумами различных сопротивлений в электрической части микрофона; U_1 — напряжение при воздействии на микрофон полезного сигнала с эффективным давлением 0,1 н/м².

Коэффициент электромеханической связи электромагнитного телефона вычисляется по формуле $K=B_0Q\omega/\delta$, где B_0 — постоянная индукция в зазоре

Таблица 1.5. **Основные электроакустические параметры микрофонов**

Параметр	Группа сложности			
	0	1	2	3
1	2	3	4	5
Номинальный диапазон частот, Гц	20...20 000	40...18 000	50...12 500	80...10 000
Средний перепад чувствительности направленных микрофонов для углов приема 0 и 90° в диапазоне 250...8000 Гц, дБ, не менее	4	4	4	4
Средний перепад чувствительности фронт—тыл кардиоидных микрофонов в диапазоне 250...5000 Гц, дБ, не менее	20	16	12	12
Чувствительность на 1000 Гц, мВ/Па, не менее, для микрофонов при полном электрическом сопротивлении:				
конденсаторных электретных				
200 Ом	—	1,5	2	2
600 Ом	—	—	3	3
электродинамических				
200 Ом	—	1	1	1
600 Ом	—	—	1,8	2
Отклонение чувствительности на 1000 Гц от значения, указанного в ТУ, дБ, не более	±2	±2	±3	±3
Крутизна типовой частотной характеристики чувствительности, дБ/окт, не более, в диапазонах частот:				
до 250 Гц	9	9	9	—
250...8000 Гц	6	6	6	—
свыше 8000 Гц	9	9	9	—
Отклонение формы частотной характеристики от типовой, дБ, не более:				
от нижней граничной частоты номинального диапазона до 250 Гц	—	±3	±3	±3
250...8000 Гц	±2	±2,5	±2,5	—
от 8000 Гц до верхней граничной частоты номинального диапазона	—	±3	±3	±3

1	2	3	4	5
Перепад чувствительности ненаправленных микрофонов при углах приема 0 и 90°, дБ, не более, в диапазонах:				
до 1000 Гц	2	2	2	—
1000...5000 Гц	4	4	4	—
5000...8000 Гц	8	8	8	8
Средний перепад чувствительности направленных микрофонов для углов приема 0 и 90° в диапазоне 250... ...8000 Гц, дБ, не менее	4	4	4	4
Разность чувствительности микрофонов, используемых для стереофонии в диапазоне 250...8000 Гц, дБ, не более	1,5	3	3	—
Отклонение чувствительности на 1000 Гц от минимального значения, указанного в ТУ, дБ, не более	2,5	6	6	—
Перепад чувствительности односторонне направленных микрофонов при углах 0 и 90° на 250...5000 Гц, дБ	3...10	3...10	3...10	3...10
Полное электрическое сопротивление на 1000 Гц, Ом	200±40	200±40	200±40; 600±120	200±40; 600±120
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом, с допускаемым отклонением не более ±20 %	50; 100; 200	50; 100; 200	50; 100; 200; 2000	50; 100; 200; 2000
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па, дБ, не более, обусловленный:				
воздействием электромагнитного поля напряженностью 0,08 А/м, частотой 50 Гц	—	30	30	30
собственным шумом микрофона	—	26	26	35
Уровень предельного звукового давления в диапазоне 250...8000 Гц, дБ, не менее, при коэффициенте гармонических искажений напряжения 1 %	114	114	114	114

Таблица 1.6. **Основные электроакустические параметры телефонов**

Параметр	Группа сложности			
	0	1	2	3
Полоса воспроизводимых частот (номинальный диапазон), Гц	20 ... 20 000	40 ... 18 000	50 ... 12 500	80 ... 10 000
Приведенная чувствительность, Па/В, не менее	—	8 ... 18	18 ... 28	—
Средняя чувствительность в диапазоне 300 ... 3000 Гц при сопротивлении постоянному току 130 Ом, Па/В	6 ... 10	10 ... 15	15 ... 17	—
Модуль электрического сопротивления, Ом	260	150	60	—
Средняя отдача телефона, Па	8 ... 14	14 ... 21	21 ... 28	—
Среднее звуковое давление при номинальной мощности, Па, не менее	1	1	0,8	0,63
Эквивалент затухания приема, дБ, при затухании абонентской линии:				
0 дБ	—6 ...	—6 ...	—	—
4,5 дБ, не более	2	2	2	—
Суммарный коэффициент гармонических искажений на 1000 Гц, %, не более	4	4	4	5
Изменение эквивалента затухания, дБ, при затухании абонентской линии 0 дБ:				
при воздействии повышенной влажности 95 % при 25°C	—	1,7	1,7	1,7
при воздействии повышенной и пониженной температур	—	0,9	0,9	0,9
после 200 000 циклов работы и испытаний на безотказность	1	1	1	1
Отдача на 1000 Гц, Па, не менее	3,5	3,5	3,5	3,5

между полюсными наконечниками и диафрагмой (якорем); Q — сечение зазора; ω — число витков на катушке; δ — толщина зазора.

Коэффициент полезного действия электроакустического устройства определяется по формуле $\eta = K^2 \rho S^2 / 2\pi c R m^2$, где ρ — плотность воздуха; S — площадь диффузатора; c — гибкость воздуха; R — электрическое активное сопротивление; m — масса подвижной системы.

Характеристика направленности микрофонов может быть представлена уравнением улитки Паскаля: $R(\theta) = (1 + C\cos\theta)/(1 + C)$, где $R(\theta)$ — отношение чувствительности микрофона E_θ (под углом θ к его оси) к осевой чувст-

Таблица 1.7. **Основные ряды электроакустических параметров согласования микрофонов с усилительной РЭА**

Параметр	Ряды параметров				
Номинальное выходное сопротивление микрофона, Ом	50	100	200	600	2000
Сопротивление входа усилительной аппаратуры для подключения микрофонов, Ом, не менее	150	300	600	1500	6000
Номинальное выходное напряжение при воздействии звукового давления 0,2 Па, мВ:					
конденсаторных микрофонов МК	0,5	0,8	1	1,7	2
микрофонов МКЭ, МД, МЛ и др.	0,1	0,13	0,2	0,35	0,6
Минимальное напряжение на входе аппаратуры, соответствующее номинальному выходному напряжению, мВ:					
конденсаторных микрофонов МК, не более	0,2	0,3	0,4	0,64	0,7
микрофонов МКЭ, МД, МЛ, не более	0,4	0,05	0,08	0,16	0,2
Напряжение перегрузки входа усилительной РЭА для подключения микрофонов (при воздействии звукового давления 10 Па), мВ, не менее, конденсаторных микрофонов:					
МК	6	8,5	10	15	22
МКЭ, МД, МЛ	10	13	20	35	60

вительности E_0; C — отношение чувствительности приемника к градиенту давления, определяющее форму характеристики направленности.

Коэффициент направленности для микрофонов с непостоянной направленностью вычисляется по формуле $\Omega=3(1+C)^2/(3+C^2)$.

Выходное напряжение микрофона:

угольного

$$U=mU_0R_{н}n/(R_in^2+R_{н})=\kappa FU_0R_{н}n/\omega Z_{м}(R_in^2+R_{н}),$$

где m — коэффициент модуляции; U_0 — приложенное к микрофону постоянное напряжение; $R_{н}$ — сопротивление нагрузки микрофона; n — коэффициент трансформации; R_i — внутреннее сопротивление микрофона; $z_{м}$ — механическое сопротивление акустомеханической системы микрофона; k — отношение коэффициента модуляции к величине смещения диафрагмы микрофона; F — действующая на диафрагму микрофона результирующая сила звукового давления;

электромагнитного

$$U=\omega\Phi_0FR_{н}/dz_{м}(R_{н}+z_i),$$

где ω — число витков обмотки; Φ_0 — магнитный поток, исходящий из полюса магнитной системы; d — зазор между полюсом и якорем; z_i — внутреннее электрическое сопротивление микрофона;

электродинамического катушечного

$U=Bl\upsilon R_{н}/(R_i+R_{н})=BlFR_{н}/z_{м}(R_i+R_{н})$, где B — индукция в зазоре магнитной системы; l — длина проводника обмотки подвижной катушки; υ — колебательная частота диафрагмы (якоря).

Результирующая сила звукового давления микрофона давления, т. е. сила, действующая на одну сторону диафрагмы, определяется по формуле $F=\kappa p_0 S$, где p_0 — звуковое давление, имевшее место в акустическом поле до внесения в него микрофона; κ — коэффициент дифракции, определяемый как отношение звукового давления p на поверхность диафрагмы к давлению p_0, имевшему место в поле до внесения в него микрофона; S — поверхность диафрагмы, на которую действует звуковое давление.

Глава вторая

МИКРОФОНЫ

2.1. Общие требования

Микрофоны в зависимости от условий эксплуатации, указанных в НТД, должны выдерживать следующие виды механических и климатических нагрузок: воздействия синусоидальной вибрации и ударных нагрузок при транспортировании, повышенную и пониженную температуры окружающей среды, повышенную влажность воздуха, пониженное и повышенное атмосферное давление.

При эксплуатации микрофонов в диапазоне рабочих температур и относительной влажности воздуха, выходящих за пределы нормальных климатических условий, чувствительность микрофонов на частоте 1000 Гц обеспечивается конструкцией микрофона и технологией его изготовления в пределах ±2 дБ, при этом отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой не превышает нормы (табл. 1.5) более чем на 2 дБ. При испытаниях микрофонов отклонение частотной характеристики напряжения на выходе в номинальном диапазоне частот от частотной характеристики напряжения на выходе микрофона при нормальных климатических условиях не превышает ±3 дБ. Полная работоспособность микрофонов сохраняется при их эксплуатации в условиях механических и климатических воздействий, указанных в табл. 2.1, и основные электроакустические параметры микрофонов не выходят за пределы норм (табл. 1.5).

Конструкции микрофонов, изготавливаемые промышленностью, обеспечивают высокие показатели надежности и долговечности, которые установлены НТД. Например, средняя наработка на отказ микрофонов электродинамического типа до 10 000 ч, а конденсаторных до 6800 ч. Гарантийные сроки эксплуатации и хранения микрофонов устанавливаются ТУ не менее одного года. Проверка микрофонов, используемых в бытовой РЭА, осуществляется по ГОСТ 21317-87.

К микрофонам, предназначенным для установки в телефонных аппаратах, предъявляются требования, несколько отличающиеся от приведенных в табл. 1.5—1.7. Например, средняя наработка до отказа микрофонов не менее 50 000 ч; средний срок службы микрофонов не менее 10 лет; гамма-процентный срок сохраняемости микрофонов при $\nu=95\%$ не менее 3 лет при хранении в отапливаемом помещении. Эта группа микрофонов выдерживает воздействия повышенной влажности 90±3% при 25° С; рабочих температур —10 ... +45° С; пре-

Таблица 2.1. **Условия эксплуатации, позволяющие сохранить работоспособность микрофонов**

Внешние факторы	Значение параметра	
	в студиях и концертных залах	на открытых площадках
Повышенная рабочая температура, °С, не менее, для микрофонов:		
всех систем	50±2	50±2
конденсаторных	35±2	25±2
продолжительность воздействия, ч, не менее	4	4
Максимальная температура, °С, не менее	60±2	60±2
продолжительность воздействия, ч, не менее	2	2
Пониженная рабочая температура, °С, не ниже, для микрофонов:		
всех систем, кроме конденсаторных	5±1	—20±2
конденсаторных	5±1	—10±2
Пониженная предельная температура, °С, не ниже	—20±2	—40±2
продолжительность воздействия, не более	2	2
Относительная влажность воздуха, %:		
рабочая	85±3 при 20±2°С	93±3 при 25±2°С
предельная	93±3 при 25±2°С	93±3 при 25±2°С
продолжительность воздействия, ч, не более	12	6
Вибрационные нагрузки:		
с ускорением, м/с², не более	30	30
в диапазоне частот, Гц	10...80	10...80
продолжительность воздействия, ч, не более	2	2
Многократные удары:		
с ускорением, м/с², не более	147 (15 *g*)	147 (15 *g*)
при длительности ударного импульса, мс	5...10	5...10
частота ударов в минуту	40	80
число ударов, не более	5000	2000

дельных температур —50 ... +55° С; пониженного атмосферного давления (в упакованном виде) 1,2·10 Па (90 мм рт. ст.) при —50° С; синусоидальной вибрации в диапазоне 5 ... 25 Гц; механических ударов многократного действия пиковым ускорением 147 м/с² и общим числом до 15 000.

При эксплуатации микрофонов необходимо соблюдать определенные правила, обеспечивающие надежную работу как самих микрофонов, так и радиовещательных систем и комплексов, а также установок озвучивания и звукоусиления. Особенно высокие требования предъявляются к микрофонам при передаче и записи художественных программ. Если используется несколько микрофонов, включенных в один электрический тракт, то необходимо предварительно определить полярность и обозначить ее. Это требуется для того, что-

бы избежать возможности включения их в противофазе, что приводит к полной или частичной компенсации выходных напряжений микрофонов. Методы определения полярности приведены в [2, 3]. Одновременно необходимо отметить, что вопрос о количестве микрофонов, выборе их технических характеристик и расстановке в студии должен решаться после изучения акустических параметров этих студий, оказывающих решающее влияние на звучание различных музыкальных инструментов и ансамблей разного состава. Преобразование звука в электрический сигнал должно производиться с высокой информационной точностью, и поэтому технические требования к микрофонам очень высоки. Схемы расстановки микрофонов, рассматриваемые в [1—3], имеют важное значение. Они должны создаваться для каждой электроакустической системы с учетом акустики студии, аранжировки музыкальных произведений, качества исполнителей и др.

Одним из важных требований, предъявляемых к микрофонам, используемым на открытых пространствах, в больших театральных и концертных залах, является подавление шумовых помех, которые возникают от воздушных потоков, ветра, движения исполнителей и декораций и т. д. Особой защиты требуют ленточные микрофоны, наиболее чувствительные к воздействию ветра. Для защиты микрофонов от ветра применяются специальные противоветровые экраны, которые устанавливаются на звукоприемную часть микрофона. Изготавливаются эти экраны из акустически прозрачных материалов. Это может быть простое обертывание шелковой или капроновой тканью или специальные промышленные экраны. Они представляют собой проволочный каркас, или перфорированную оболочку, или металлическую сетку, обтянутые несколькими слоями ткани, между которыми проложена минеральная или капроновая вата.

Сбои в работе микрофона могут происходить из-за нарушения электрических контактов в соединениях с усилителями конденсаторных и электретных микрофонов, местах подключения питания, соединительных кабелях. Устранение этих неисправностей возможно только квалифицированными специалистами, имеющими опыт работы с РЭА. Неисправности самих микрофонов, их подвижных частей и в первую очередь механические повреждения рекомендуется устранять в производственных условиях. При эксплуатации микрофонов необходимо предохранять от повреждений кабели, которые прокладываются в студиях и залах. Почти все конденсаторные микрофоны находятся под напряжением, поэтому во время работы их рекомендуется не передвигать и не переносить. Располагать микрофоны и их соединительные кабели необходимо вдали от проводов и кабелей питающей сети переменного тока.

Требование защиты микрофонов от вибрационных и ударных нагрузок *связано с повышенной чувствительностью микрофонов к сотрясениям, толчкам,* вибрациям, которые могут возникнуть при эксплуатации. Особенно тщательно следует амортизировать ленточные микрофоны, так как наличие в них тончайшей и свободно висящей ленточки требует большой осторожности.

Условием надежной работы микрофонов является систематическая проверка параметров и технических характеристик: частотной характеристики, чувствительности, отдачи и т. п. Каждый микрофон имеет эксплуатационный паспорт и журнал учета, в которые заносят результаты периодических испытаний, данные о поломках и неисправностях, а также меры, устраняющие их. Если

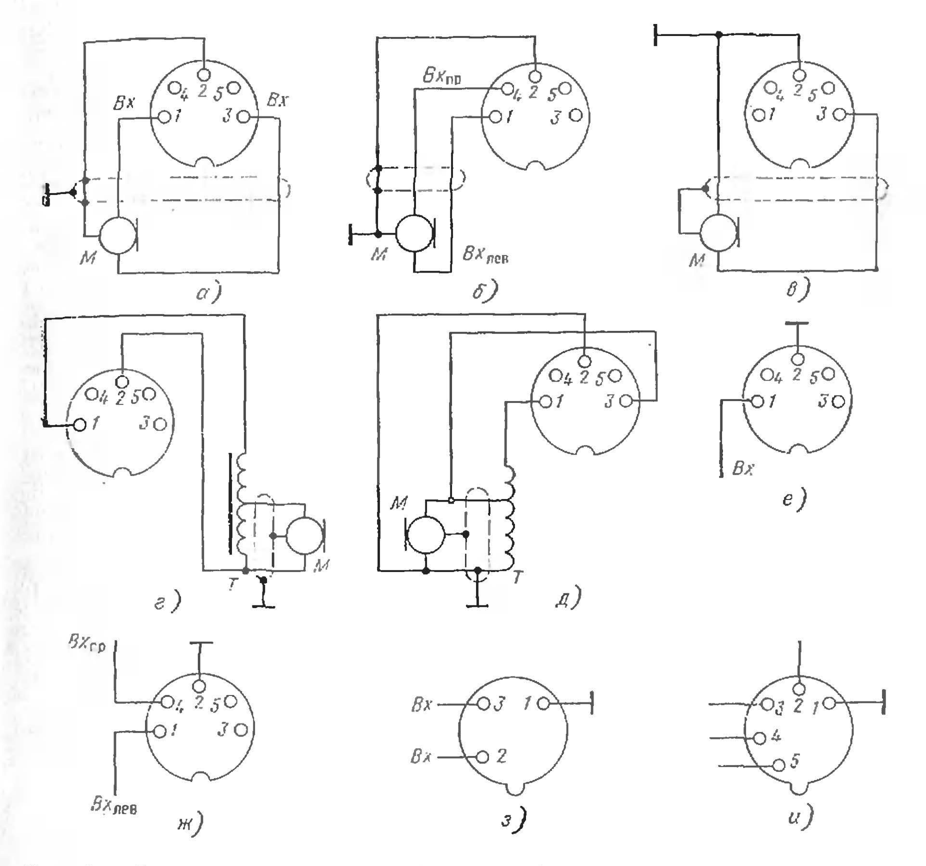


Рис. 2.1. Схемы соединения микрофона с кабелем и стандартными соединителями:

а — симметричная низкоомная для радиоаппаратуры с монофоническим трактом; *б* — для радиоаппаратуры со стереофоническим входом; *в* — асимметричная низкоомная; *г* — с выходным автотрансформатором; *д* — комбинированная (*1* и *2* для высокоомного выхода РЭА, *2* и *3* для низкоомного); *е* — розеток магнитофонов с монофоническим трактом; *ж* — розеток магнитофонов со стереофоническим трактом; *з* — для монофонических (одноканальных) трактов при применении зарубежных микрофонов; *и* — для стереофонических (двухканальных) трактов при применении зарубежных микрофонов

при проведении периодических испытаний (один раз в полгода) выявляются существенные расхождения в параметрах, указанных в табл. 1.5—1.7, то такой микрофон с эксплуатации снимается и подлежит ремонту.

Общие схемы соединения микрофонов с микрофонным кабелем и пятиштырьковым стандартным электрическим соединителем типа ОНЦ-ВГ приведены на рис. 2.1. После подключения микрофона к усилительной РЭА его необходимо проверить, но не следует стучать по микрофону или дуть в него, следует негромко сказать несколько контрольных слов с расстояния 10 ... 20 см. На рис. 2.1, *а* приведена схема подключения микрофона к усилителю звуковой частоты, телевизору, радиоприемнику, магнитоле, радиоле, магниторадиоле,

на рис. 2.1, *е, ж* — схема подключения микрофона к магнитофону с монофоническим и стереофоническим трактами.

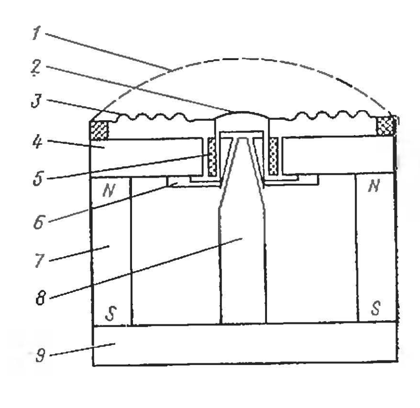
Ряд микрофонов зарубежного производства подключается к штырям электрических соединителей по схемам рис. 2.1, *з, и*. При симметричном включении с внешним источником питания к контакту *1* подпаивается экран и «минус питания»; при симметричном включении к этому контакту подпаиваются экран и обратный провод — при несимметричном включении. К штырю *2* подключаются микрофон (звуковая частота) при симметричном и несимметричном включении без питания; микрофон (звуковая частота) и «плюс питания» при симметричном и несимметричном включении; к штырю *3* подключаются микрофон (звуковая частота) при симметричном включении без питания; микрофон (звуковая частота) и «минус питания» при внешнем питании. На рис. 2.1, *и* приведена схема подключения микрофона для двухканальных трактов (стереофонических), где к штырю *1* подключаются те же выводы, что в одноканальных трактах (рис. 2.1, *в* — штырь *1*); к штырю *2* подключается микрофон (звуковая частота левого канала) без питания или микрофон (звуковая частота левого канала) и «плюс питания» при включении питания микрофона; к штырю *3* подключается микрофон (звуковая частота левого канала) при включении без питания или микрофон (звуковая частота левого канала) и «минус питания» при внешнем питании; к штырю *4* подключается микрофон (звуковая частота правого канала) при включении без питания или звуковая частота правого канала и «плюс питания» при включении микрофона с питанием; к штырю *5* подключается микрофон (звуковая частота правого канала) при включении без питания или микрофон (звуковая частота правого канала) и «плюс питания» при внешнем питании или микрофон (звуковая частота правого канала) и «минус питания» при включении микрофона с прямым питанием. Если включается симметричный микрофон на вход несимметричного усилителя ЗЧ, то контакт *3* (или *3* и *5*) розетки усилителя присоединяют к контакту *1*. Штырь *2* соединяется с выводом микрофона, имеющим цветную точку.

2.2. Микрофоны электродинамические

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электродинамические микрофоны — это электроакустические преобразователи, с помощью которых акустические колебания преобразуются в электрические в результате воздействия на диафрагму звуковых колебаний. Они приводят ее в движение вместе с жестко скрепленной катушкой с колебательной скоростью в направлении оси микрофона, перпендикулярном направлению радиального магнитного поля в воздушном зазоре, в результате этого в катушке индуцируется электродвижущая сила (ЭДС). Схема микрофона электродинамической конструкции приведена на рис. 2.2. Такие микрофоны называются *катушечными*. Другой разновидностью электродинамических микрофонов являются *ленточные*, в которых акустические колебания преобразуются в электрические с помощью движения ленты в направлении, перпендикулярном магнитному полю. Возникающая при колебаниях ленты магнитная индукция образует на концах ленты электродвижущую силу.

Рис. 2.2. Схематическое устройство электродинамического катушечного микрофона:
1 — шайба шелковая; 2 — диафрагма; 3 — шайба гофрированная; 4 — фланец верхний; 5 — катушка индуктивности; 6 — шайба немагнитная; 7 — магнит постоянный; 8 — керн (круглый стержень); 9 — фланец нижний



Условное обозначение электродинамических микрофонов состоит из букв МД или МЛ — микрофон динамический, цифр, которые показывают порядковый номер разработки и номер ТУ, а также буквы А — экспортное исполнение, буквы Т — тропическое исполнение.

Промышленность изготавливает большую номенклатуру электродинамических микрофонов. Наиболее распространенным обозначением микрофонов являются МД и МЛ. В настоящее время применяются микрофоны современные отечественного и зарубежного производства, а также снятые с производства.

Аналоговые схемы электродинамических микрофонов в виде принципиальных электрических схем, выполненные на электрорадиоэлементах (ЭРЭ) общего применения, позволяют производить расчеты электроакустических параметров и конструктивных элементов при заданных входных и выходных параметрах. Для этого выполнен перевод фактически участвующих в электроакустических процессах элементов конструкции микрофонов в известные ЭРЭ. Например, гибкость воздуха c на электрической схеме аналогична емкости конденсатора; площади входного и выходного отверстий S соответствуют входным и выходным параметрам электрической схемы (входному и выходному напряжениям); масса воздуха в соответствующих объемах микрофона — индуктивностям катушек, не имеющих сердечников; сопротивление воздуха в объемах конструкций микрофона обозначается буквой r. Индексы c, S, m и r в электрических схемах соответствуют номерам деталей конструкций микрофонов или телефонов или их элементов.

МД-52А

Электродинамический катушечный односторонне направленный микрофон с кардиоидной характеристикой предназначен для профессионального применения, обеспечивает прием, передачу и запись музыки и речи, а также звукоусиление в любых помещениях в номинальном диапазоне рабочих частот.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры микрофона МД-52А приведены на рис. 2.3. Конструкция микрофона МД-52 с указанием массы, активного сопротивления и гибкости воздуха в элементах конструкции рассмотрена на рис. 2.4.

Кардиоидная характеристика направленности микрофона обеспечивается в основном конструкцией корпуса микрофона (рис. 2.4), имеющего входное отверстие в акустическом элементе *2* на расстоянии *d* от первого входа в решетке *1*. Внутренняя фазосдвигающая система создается массой и активным со-

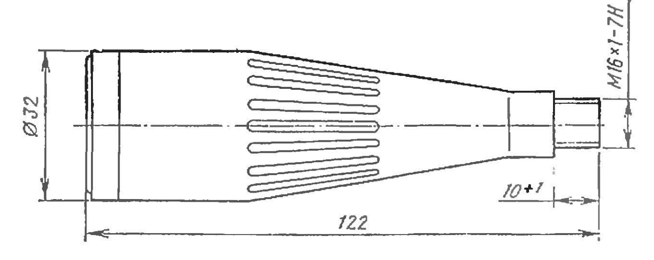


Рис. 2.3. Общий вид микрофона МД-52А

противлением воздуха в акустических элементах *6* и *8* и параметрами других элементов конструкции (*9*, *11* и *12*), которые обеспечивают в совокупности получение заданной характеристики направленности.

Корпус микрофона МД-52А изготовлен из дюралюминия, на нем установлен электрический соединитель. Почти аналогичную конструкцию имеют микрофоны МД-52Б, МД-52Б-СН, МД-52А-Т.

Микрофон МД-52А обладает хорошими эксплуатационными свойствами, имеет защиту от механических повреждений, малочувствителен к изменениям температуры и влажности воздуха.

Изготавливаются микрофоны в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—84 по группе сложности 2. Аналоговая электрическая схема микрофона, позволяющая провести анализ акустической системы, приведена на рис. 2.5, где p — давление счи-

Рис. 2.4. Конструкция микрофона МД-52А:

1 — решетка; *2* — элемент акустического сопротивления; *3* — слой воздуха между накладкой и диафрагмой; *4* — диафрагма; *5* — катушка; *6* — элемент акустический; *7* — слой воздуха внутри магнитной системы; *8* — элемент акустического сопротивления; *9* — слой воздуха в трубке; *10* — трубка; *11* — окно в корпусе; *12* — слой воздуха внутри корпуса микрофона; m — масса воздуха; r — сопротивление воздуха в соответствующем элементе

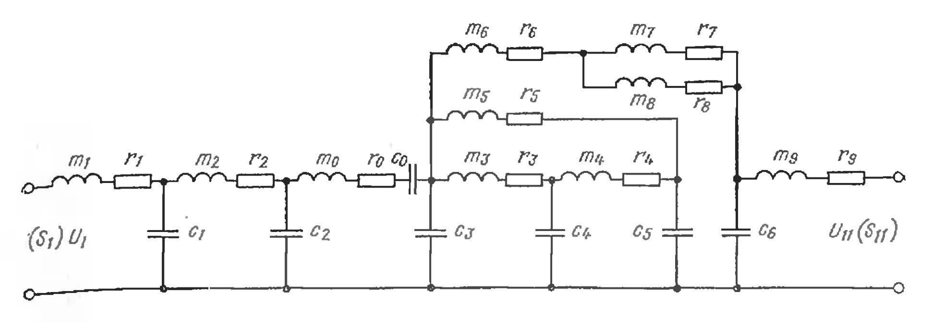


Рис. 2.5. Аналоговая электрическая схема микрофона МД-52А

тают аналогом напряжения, v — скорость колебаний — аналогом плотности тока, а v_a — объемную скорость колебаний — аналогом тока; m_1 и r_1—m_9 и r_9 — массы и активные сопротивления воздуха соответственно в решетке *1*, слое воздуха между накладкой и диафрагмой *3*, элементах акустических сопротивлений *2, 4, 8*, трубке *9*, отверстиях трубки *6, 7*, элементе акустического сопротивления, в отверстии корпуса *11*; c_1—c_6 — гибкость воздуха; m_0, c_0 и r_0 — масса, гибкость закрепления и активное сопротивление подвижной системы микрофона; S и S_{11} — площади отверстий в решетке и корпусе.

Кардиоидная характеристика направленности микрофона обеспечивается конструкцией его корпуса, имеющего входное отверстие на расстоянии d от первого входа. Внутренняя фазосдвигающая система создается массой и активным сопротивлением во втором отверстии и параметрами других элементов конструкции, которые в совокупности обеспечивают получение заданной характеристики направленности.

Электроакустические параметры микрофонов без противоветровых экранов сохраняются практически постоянными при нормальных условиях эксплуатации.

Основные параметры микрофона МД-52А:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 16 000
Чувствительность в режиме х.х с модулем полного электрического сопротивления на 1000 Гц, мВ/Па, не менее:	
при нормальных климатических условиях	1,2
при пониженной, повышенной температурах и повышенной относительной влажности	1
Перепад чувствительности микрофона фронт—тыл на любой частоте, начиная с 100 Гц и выше, дБ, не менее	6
Средний перепад чувствительности фронт—тыл при нормальных климатических условиях, дБ, не менее	12
Неравномерность типовой частотной характеристики в диапазоне 50 ... 16 000 Гц, дБ, не более	12
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой характеристики при нормальных климатических условиях, дБ	±2,5
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м на 50 Гц, дБ, не более	40
Сопротивление изоляции между любыми выводами или токонесущей жилой и корпусом микрофона, МОм, не менее	10

Предельное напряжение изоляции между любыми токонесущими выводами МД-52А или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В, не менее	220
Условия эксплуатации:	
вибрационная нагрузка в диапазоне 10 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	29,4 (3g)
многократные удары:	
частота, уд./мин	40 ... 80
длительность ударных импульсов, мс	5 ... 10
ускорение, м/с², не более	147 (15g)
повышенная температура, °С:	
рабочая, не более	25
предельная	45
пониженная температура, °С:	
рабочая	10
предельная	1
повышенная относительная влажность воздуха при 25° С, %	98
Масса, г, не более	120
Срок службы, ч, не менее	5000
Срок гарантии, лет	2

МД-52А-Т

Электродинамический катушечный односторонне направленный микрофон МД-52А-Т предназначен для передачи и записи музыки и речи, а также усиления звука в любых помещениях в условиях тропического климата по категории размещения 4.2 в интервале температур —10 ... +50° С и при относительной влажности до 98% при 40° С. Микрофон имеет кардиоидную диаграмму направленности и применяется в основном в профессиональных целях для ор-

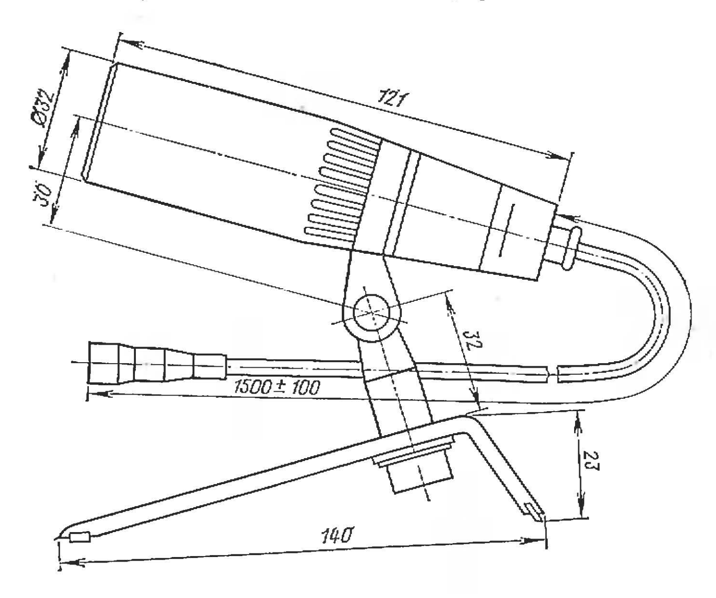


Рис. 2.6. Общий вид микрофона МД-52А-Т

ганизации звукопередачи в радиовещании, телевидении, кинотехнике, диспетчерской и служебной связи.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры микрофона МД-52А-Т приведены на рис. 2.6. Конструкция микрофона показана на рис. 2.4. Конструктивные и технические характеристики отвечают группам сложности 1 и 2 и позволяют экспортировать микрофон.

Конструкция микрофона по сравнению с конструкцией МД-52А имеет лучшую защиту от механических повреждений и меньшую чувствительность к существенным изменениям температуры и влажности воздуха. Корпус микрофона изготавливается из дюралюминия, имеет второй акустический вход. Масса, активное сопротивление и гибкость воздуха в этом отверстии вместе с параметрами всех элементов конструкции микрофона обеспечивают получение кардиоидной характеристики направленности. Соединительный кабель типа МБМ (общая длина 1,5 м) закрепляется в корпус микрофона и имеет на конце электрический соединитель.

Основные характеристики микрофона обеспечиваются при эксплуатации в сухом и влажном тропическом климате в соответствии с требованиями ГОСТ 15150—69. Относительная влажность при 30° С не должна быть выше 70%. В соответствии с требованиями ГОСТ 16123—88 средний перепад чувствительности фронт—тыл обеспечивается на частотах 100; 200; 500; 800; 1000; 1250; 1600; 2000 и 3150 Гц.

Основные параметры микрофона МД-52А-Т:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность в режиме х.х с модулем полного электрического сопротивления на 1000 Гц, мВ/Па, не менее:	
при нормальных климатических условиях	1,3
при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности	1,09
Перепад чувствительности фронт—тыл на любой частоте, начиная с 100 Гц и выше, дБ, не менее:	
при нормальных климатических условиях	6
после испытаний на климатику и испытаний на надежность	3
Средний перепад чувствительности фронт—тыл, дБ, не менее:	
при нормальных климатических условиях	12
после климатических испытаний и после испытаний на надежность	9
Неравномерность типовой частотной характеристики в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более:	
при нормальных климатических условиях	12
при повышенной, пониженной температурах и при повышенной относительной влажности	14
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой характеристики, дБ:	
при нормальных климатических условиях	±2,5
при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности	±4
Модуль полного электрического сопротивления, Ом	100±20
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м на 50 Гц, дБ, не более	40
Сопротивление изоляции между любым выводом и корпусом, МОм, не менее	10

Предельное напряжение изоляции между любыми токонесущими выводами микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В	220
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки с частотой 10 ... 80 Гц с ускорением, м/с^2, не более	29,4 (3g)
многократные удары:	
с частотой, уд./мин	40 ... 80
при длительности ударных импульсов, мс . .	5 ... 10
с ускорением, м/с^2, не более	147 (15g)
Масса, г, не более	125
Средняя наработка на отказ, ч, не менее . . .	5000

МД-52Б

Электродинамический катушечный односторонне направленный микрофон МД-52Б специально разработан для работы совместно с бытовой РЭА и аппаратурой магнитной записи, а также для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в любых помещениях и на площадках в условиях умеренно холодного климата (УХЛ) по категории размещения 4.2, в интервале температур —20 ... +50° С и при относительной влажности окружающего воздуха до 85% при 20° С.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона приведены на рис. 2.7. Микрофон МД-52Б изготавливается по группе сложности 3 в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—84. Конструкция микрофона предусматривает его установку на столе и полу (напольный вариант установки). Для этого микрофон снабжен шарниром и стойкой. Шарнир соединяется со стойкой посредством резьбового соединения М16×1-7Н (ГОСТ 9908—75). Конструкция микрофона показана на рис. 2.4. Корпус микрофона выполнен из пластмассы, а электрический соединитель расположен на конце кабеля типа

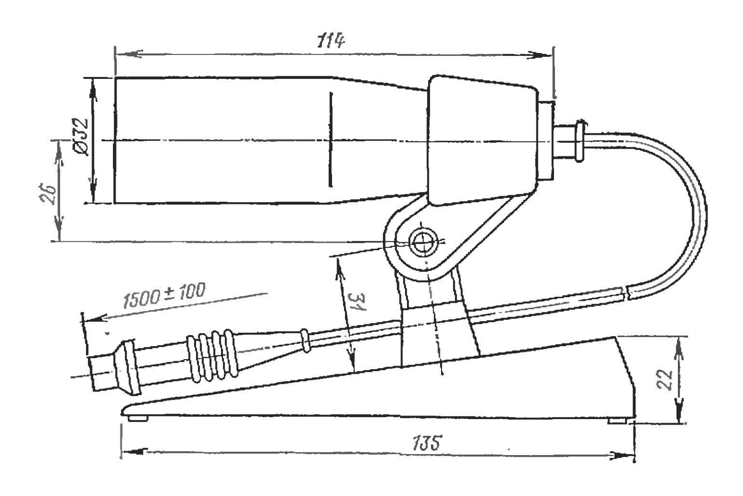


Рис. 2.7. Общий вид микрофона МД-52Б

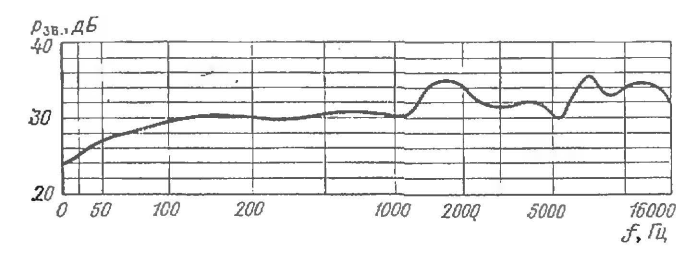


Рис. 2.8. Частотная характеристика микрофона МД-52Б

КММ-1, закрепляется в корпусе микрофона МД-52Б. Все это делает микрофон МД-52Б более дешевым.

Промышленностью изготавливается специальная конструкция настольной подставки, на которой укрепляются два микрофона МД-52Б. Шарнир обеспечивает необходимую степень свободы для установки микрофона в горизонтальной плоскости на любой угол в пределах 0 ... 180° на расстоянии друг от друга до 0,4 м от совмещенного положения. Такая установка МД-52Б позволяет осуществлять прием и звукозапись стереофонических программ по системе АВ. Этому микрофону присвоено обозначение МД-52Б-СН.

Все параметры микрофона обеспечиваются при нормальных климатических условиях. Типовая частотная характеристика чувствительности микрофона приведена на рис. 2.8. Диаграмма направленности микрофона МД-52Б, измеренная на частотах 100; 500; 1000; 3160 и 12 500 Гц, показана на рис. 2.9. Аналоговая электрическая схема микрофона приведена на рис. 2.5. Верхняя граничная частота микрофона МД-52Б несколько ниже, чем МД-52А, и равна 15 000 Гц. При эксплуатации данного микрофона необходимо следить, чтобы ось микрофона была точно направлена на источник звука.

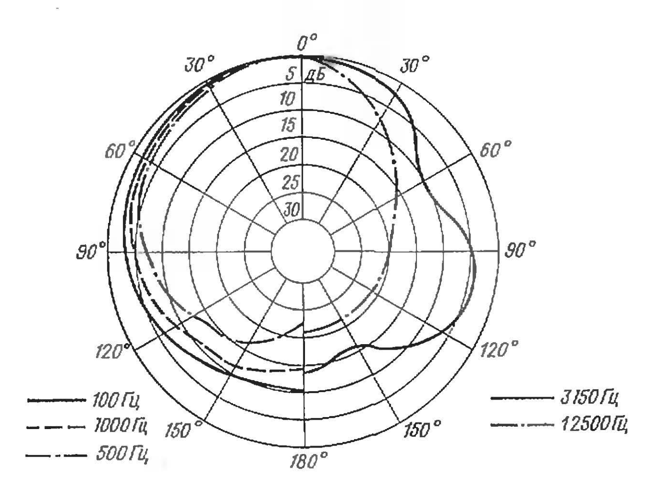


Рис. 2.9. Характеристика направленности микрофона МД-52Б

Основные параметры микрофона МД-52Б:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	1,35
Перепад чувствительности фронт—тыл на любой частоте, начиная с 100 Гц и выше, дБ, не менее	6
Средний перепад чувствительности фронт—тыл, дБ, не менее	12
Неравномерность типовой частотной характеристики в диапазоне 50 ... 1500 Гц, дБ, не более	12
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой характеристики, дБ	±2,5
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м на 50 Гц, дБ, не более	30
Предельное напряжение, которое выдерживает изоляция между любыми токонесущими выводами микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В	250
Сопротивление изоляции между любым выводом, МОм, не менее	10
Сопротивление изоляции между любой токоведущей жилой и корпусом, МОм, не менее	100
Вибрационные нагрузки с частотой 10 ... 80 Гц, с ускорением, м/с^2, не более	29,4 (3*g*)
Многократные удары:	
с частотой, уд./мин	40 ... 80
при длительности ударных импульсов, мс	5 ... 10
с ускорением, м/с^2, не более	147 (15*g*)
Масса микрофона без стойки и шарнира, г, не более	160
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	6000

МД-59

Ненаправленный динамический катушечный микрофон МД-59 предназначен для измерения звукового давления, выполнен по принципу приемника звукового давления и относится к числу измерительных микрофонов группы сложности 1.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МД-59 приведены на рис. 2.10. Приемник звукового давления изображен на рис. 1.2. Он имеет цилиндр диаметром D, внутренняя область которого изолирована от внешней среды звуконепроницаемыми стенками. На передней открытой стороне укрепляется тонкая гибкая диафрагма площадью S, на которую действует сила звукового давления $p_{зв}$. Конструкция измерительного микрофона при $D \gg \lambda$, где λ — длина волны, преимущественная для микрофона МД-59, обладает ненаправленным действием. Переменное звуковое давление, создаваемое в звуковом поле акустическими колебаниями, воздействует на мембрану микрофона в одинаковых фазах в пределах всей площади. Характеристика направленности микрофона-приемника звукового давления показана на рис. 1.3, *а*.

При измерении чувствительности и других параметров микрофонов используется методика измерения этих параметров в свободном поле, где действует определенное звуковое давление. Оно в определенной точке поля измеряется с

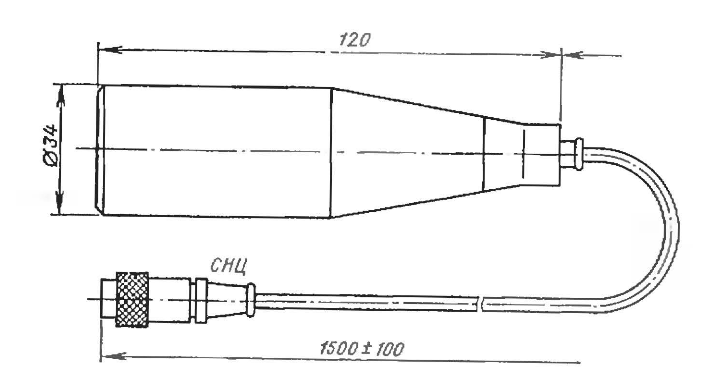


Рис. 2.10. Общий вид микрофона МД-59

помощью специального измерительного микрофона. Затем в эту точку поля помещают измеряемый микрофон и определяют на заданных частотах его параметры, в том числе чувствительность. Чувствительность измеряется под разными углами по отношению к акустической оси измерительного микрофона.

Частотная характеристика микрофона МД-59 показана на рис. 2.11, из которого видно, что на 1000 Гц уровень чувствительности —78 дБ. Для данного микрофона этот уровень принят за стандартный.

При работе микрофон может быть установлен на стойку и соединен с ней с помощью шарнира, конструкция которого показана на рис. 2.7.

Основные параметры микрофона МД-59:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Стандартный уровень чувствительности микрофона на 1000 Гц при номинальной нагрузке 250 Ом, дБ, не менее . . .	—78
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более: .	
при нормальных климатических условиях	8
при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности	10
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой, дБ:	
при нормальных климатических условиях	±2

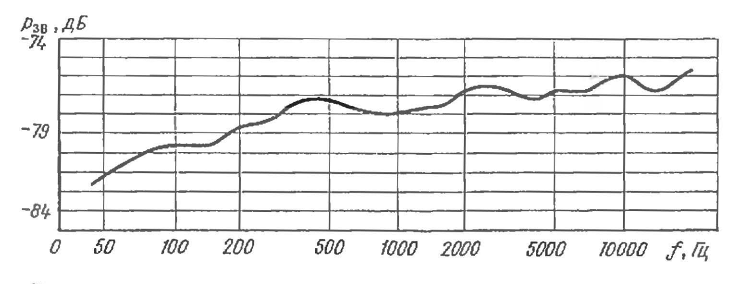


Рис. 2.11. Частотная характеристика микрофона МД-59

при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности окружающей среды	±3
Модуль полного электрического сопротивления микрофона на 1000 Гц, Ом	250±40
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленный собственным шумом микрофона относительно $2\cdot10^{-5}$ Па, дБ, не более	20
Предельное напряжение изоляции между любым токоведущим выводом микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В, не менее	220
Сопротивление изоляции между любым выводом или любой токонесущей жилой и корпусом, МОм, не менее . . .	10
Вибрационные нагрузки в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	49,2 (5*g*)
Многократные удары:	
при частоте ударов, уд./мин	10 ... 50
при длительности ударных импульсов, мс, не более . .	5
с ускорением, м/с², не более	98,2 (10*g*)
Масса микрофона (без шарнира и подставки), г . . .	330
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000

МД-63

Ненаправленный электродинамический катушечный микрофон МД-63 предназначен для передачи и записи, в том числе с бытовой аппаратурой магнитной записи, а также для звукоусиления музыки и речи в студиях, и залах и театрах. Широко применяется микрофон в репортерской профессии, на радио и в телевидении, обеспечивая высокое качество передачи речи в номинальном диапазоне частот.

Микрофон МД-63 выполнен в малогабаритном петличном исполнении, его общий вид, габаритные и присоединительные размеры приведены на рис. 2.12. Конструкция микрофона удобна для ведения диалога в студиях, передачи информации во время движения. Микрофон МД-63 изготовлен по принципу приемника звукового давления, конструкция которого включает в свой состав: постоянный магнит цилиндрической формы, верхний и нижний фланцы, примыкающие к магниту и изготовленные в виде толстых стальных дисков; стержень круглого сечения (керн); катушку индуктивности, выполненную в виде жесткого цилиндра из диэлектрика с намотанным на нем тонким проводом, уложенным виток к витку в один ряд, упругую диафрагму куполообразной формы, жестко скрепленную с катушкой. Схематическое устройство МД-63 показано на рис. 2.2. Принцип работы катушечного микрофона рассмотрен на рис. 1.1, *а* и 1.2, *а*. Детали микрофона собираются в капсюль, который монтируется в корпусе. Внутри корпуса, передняя часть которого имеет решетку с отверстиями для прохода звука, предусмотрены детали крепления. Между корпусом и капсюлем имеется зазор, который закрыт снизу кольцом с отверстиями, заклеенными шелком для создания акустического сопротивления. Для повышения чувствительности микрофона на высоких частотах в конструкцию введена деталь в виде накладки, повторяющей профиль центральной части диафрагмы. Объемы воздуха внутри отдельных частей микрофона соединены между собой специальными отверстиями, также заклеенными шелковой тканью.

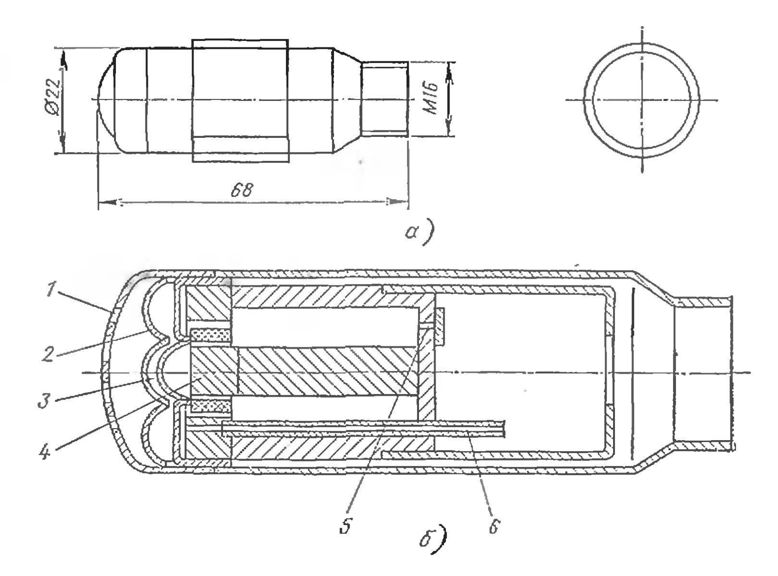


Рис. 2.12. Общий вид микрофона МД-63:

а — габаритные размеры микрофона; *б* — конструкция микрофона (*1* — решетка; *2* — накладка; *3* — диафрагма; *4* — полюсный наконечник; *5* — центрирующее кольцо; *6* — трубка)

В конструкцию микрофона входит обойма с заколкой в виде булавки, позволяющая быстро прикреплять и снимать микрофон.

Аналоговая электрическая схема микрофона приведена на рис. 2.13, где m, c, r с цифровыми индексами, соответствующими позиционным обозначениям деталей микрофона и акустических элементов, обозначены масса, гибкость и активные сопротивления воздуха. Цифрой *1* обозначен объем воздуха в отверстиях решетки, цифрой *2* — в отверстиях накладки, *3* — между накладкой и диафрагмой, *4* — в зазоре между катушкой и полюсным наконечником, *5* — в отверстиях центрирующего кольца, *6* — в трубке.

Одной из разновидностей микрофона МД-63 является микрофон МД-63Р. Он изготовляется промышленностью для специальных радиомикрофонов, ис-

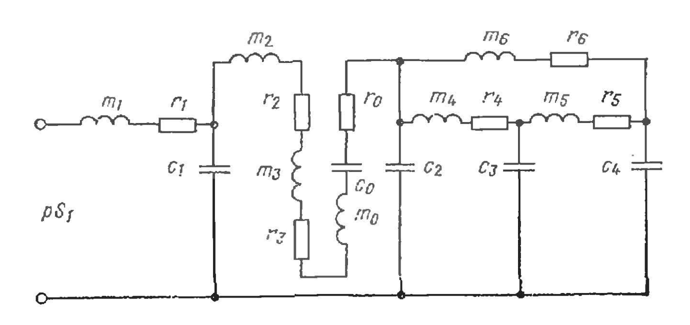


Рис. 2.13. Аналоговая электрическая схема микрофона МД-63

пользуемых совместно с портативными радиопередатчиками, и работает, как правило, в метровом диапазоне радиоволн. Следует иметь в виду, что микрофон МД-63Р имеет небольшой динамический диапазон, что ухудшает качество передаваемых художественных программ, и поэтому он используется в комплексах радиообслуживания. Капсюль микрофона МД-63Р имеет массу 50 г. Остальные характеристики этого микрофона такие же, как и у МД-63.

Основные параметры микрофона МД-63:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	60 ... 15 000
Чувствительность микрофона в свободном поле в режиме х.х. на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	1,1
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности микрофона в диапазоне 60 ... 15 000 Гц, дБ, не более:	
при нормальных климатических условиях	20
при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности	22
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой, дБ:	
при нормальных климатических условиях	2,5
при пониженной, повышенной температурах и при повышенной относительной влажности окружающей среды	3,5
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±20
Сопротивление изоляции между любыми выводами или любой токонесущей жилой и корпусом, МОм, не менее . .	10
Максимальное напряжение, приложенное между любыми выводами или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом, В, не менее	220
Вибрационные нагрузки в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, не более	19,6 м/с² (2*g*)
Масса микрофона, не более	125 г
Средняя наработка на отказ, не менее	5000 ч

МД-64

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон МД-64 с кардиоидной характеристикой направленности и его улучшенный вариант МД-64М предназначены для использования в комплексе с бытовой аппаратурой магнитной записи, для любительской звукозаписи, передачи и звукоусиления музыки и речи в любых помещениях. Например, микрофон МД-64М входит в комплект поставки кассетного магнитофона «Электроника-302».

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры микрофона МД-64 приведены на рис. 2.14. В состав микрофона МД-64 входят: капсюль в алюминиевом корпусе, согласующий трансформатор, пластмассовый корпус и подставка. Конструкция микрофонного капсюля показана на рис. 2.2. Конструкция капсюля обеспечивает одностороннюю направленность, что создается двумя пространственно разнесенными входами для воздействия звукового давления с расстоянием между ними, равным диаметру. При этом сдвиг фазы звукового давления внутри микрофона становится равным сдвигу фазы звукового давления на пути от первого входа (у диафрагмы) до второго. Второй вход предусмотрен на корпусе микрофона в виде восьми круглых отверстий.

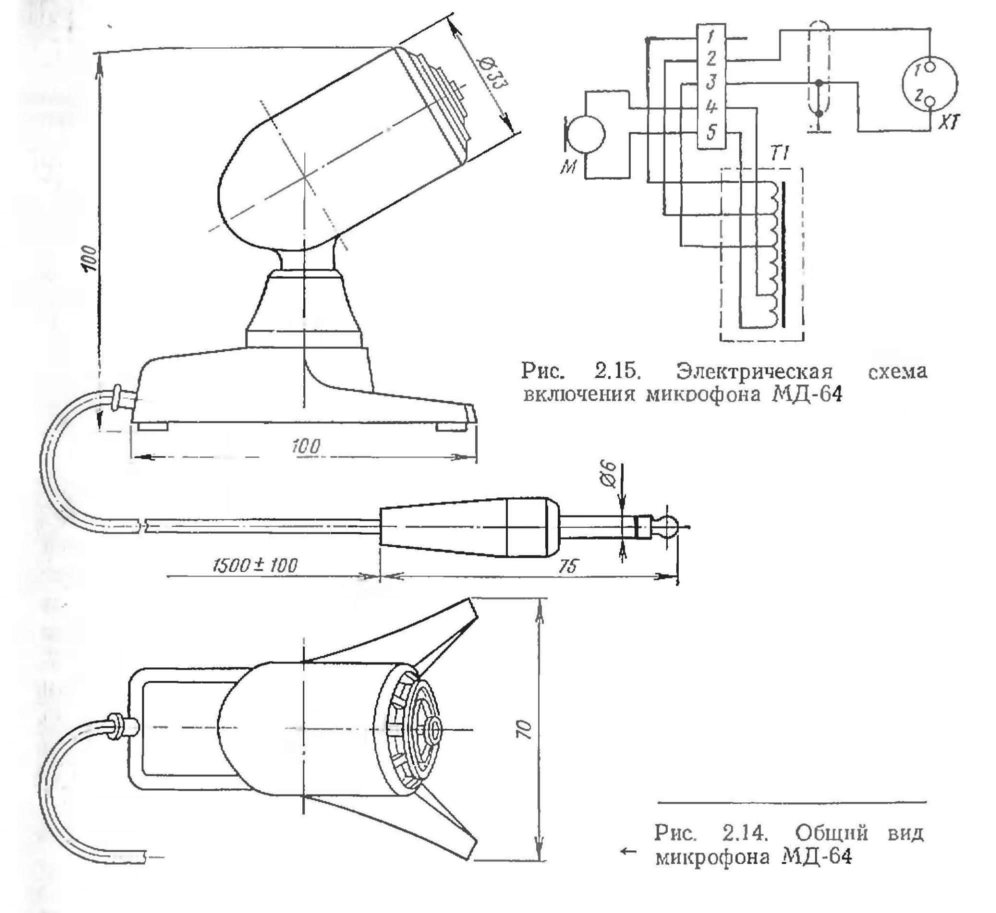


Рис. 2.15. Электрическая схема включения микрофона МД-64

Рис. 2.14. Общий вид микрофона МД-64

Схема включения микрофона показана на рис. 2.15. Трансформатор имеет несколько обмоток, соединенных между собой последовательно. Звуковая катушка микрофона подключена к выводам 4 и 5, а микрофонный кабель к выводам 2 и 3. Микрофон изготавливается с микрофонным кабелем заделанным в корпус, на втором конце которого установлен штыревой соединитель. Изготавливается микрофон МД-64 в соответствии с требованиями группы сложности 2. Конструкция микрофона характеризуется удовлетворительными электроакустическими параметрами, небольшими габаритами, малой массой, относительной простотой и малой стоимостью.

Микрофон МД-64М имеет встроенную кнопку дистанционного управления.

Микрофон имеет кардиоидную характеристику направленности, приведенную на рис. 1.3. Нижняя граница диапазона частот, обеспечиваемых микрофоном при заданном пределе неравномерности частотной характеристики, установлена равной 80 Гц. Это позволяет принимать и записывать большинство музыкальных произведений, исполняемых на многих музыкальных инструментах, а также речевые программы. Типовая частотная характеристика микрофо-

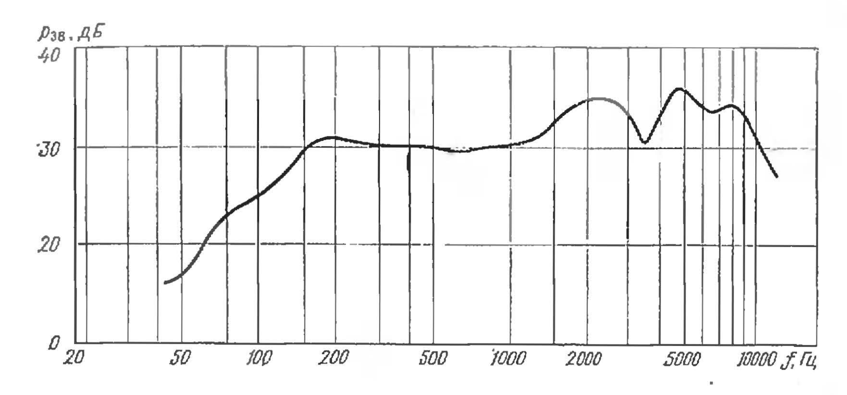


Рис. 2.16. Частотная характеристика микрофона МД-64М

на МД-64М приведена на рис. 2.16. Характеристика направленности микрофона показана на рис. 2.17. Измерения характеристики направленности произведены на частотах 125; 500; 1000; 4000 и 10 000 Гц. Малые значения наводимой электродвижущей силы (ЭДС) реализуются с помощью повышающего трансформатора, который имеет большой коэффициент трансформации. Коэффициент электромеханической связи микрофона определяется по формуле $K_{св}=Bl$, где B — магнитная индукция, а l — длина провода на катушке. Стандартизованные значения электроакустических параметров микрофонов второй группы сложности приведены в табл. 1.5, *а*, нормы на согласование параметров микрофонов с аппаратурой магнитной записи — в табл. 1.7. Предпочтительное значение входного сопротивления равно 600 Ом. При звуковом давлении 3 Па выходное напряжение (см. табл. 1.7) увеличивается примерно в 10 раз. Давление 3 Па обеспечивается при работе микрофона во время эстрадных программ и концертов ВИА, при комментировании спортивных передач и т. д.

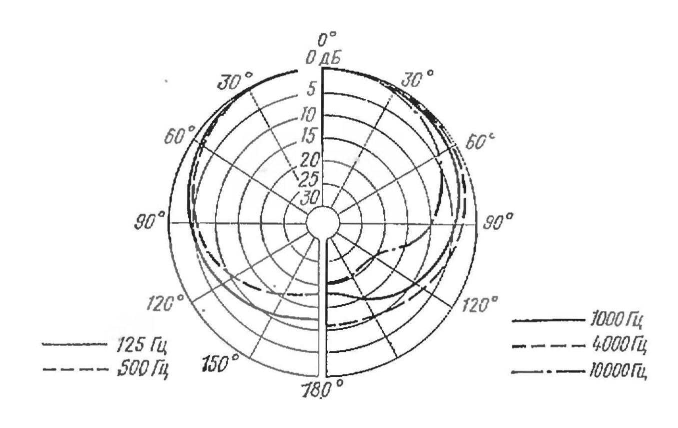


Рис. 2.17. Характеристика направленности микрофона МД-64М

Основные параметры микрофона МД-64 (МД-64М):

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	80 ... 10 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	1,3
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 80 ... 10 000 Гц для источника звука, расположенного на расстоянии 1 м, дБ, не более	14±2,5
Средний перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 80 ... 10 000 Гц, дБ, не менее	12
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м частотой 50 Гц, дБ, не выше	30
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—20 ... +50
максимальная относительная влажность воздуха при 20° С, %	85
Масса микрофона, г, не более	200
Срок службы, ч, не менее	5000
Срок гарантии, г	1,5

МД-66

Электродинамический катушечный односторонне направленный микрофон предназначен для передачи, записи и звукоусиления речи в любых помещениях и на открытых площадках, а также для организации местного радиовещания, диспетчерской и служебной связи, обеспечивает достаточно высокую разборчивость речи в номинальном диапазоне частот.

Общий вид, габаритные, установочные размеры микрофона МД-66 и его модификаций приведены на рис. 2.18—2.20. Промышленностью изготавливается три конструктивных варианта микрофона. Микрофон МД-66 изготавливается с соединительным кабелем, который подключается к микрофону посредством электрического соединителя типа 2РМ14КПНШ1В1 по ТУ ГЕО.364.126ТУ. Длина соединительного кабеля равна 1,5 м. Микрофон МД-66А изготавливается с соединительным кабелем, вмонтированным в корпус микрофона. Микрофон МД-66Э изготавливается с соединительным кабелем, подключаемым через электрический соединитель, и имеет в своей конструкции антифонный контур.

По своим конструктивным и электроакустическим параметрам микрофоны МД-66, МД-66А и МД-66Э относятся в основном к группе сложности 3 (ГОСТ 6495—84).

Конструкция микрофона рассмотрена на рис. 2.21. Микрофонный капсюль, так же как и корпус микрофона, имеет второй акустический вход в виде двух рядов отверстий, расположенных параллельно друг другу. Схема приема акустических волн микрофоном МД-66 показана на рис. 1.2.

Микрофон имеет кардиоидную диаграмму направленности (рис. 1.3, *в*).

По своим электроакустическим характеристикам микрофон МД-66 относится к микрофонам группы сложности 3 по ГОСТ 6495—84 (разделы 2 и 3). Аналоговая электрическая схема микрофона МД-66 приведена на рис. 2.22.

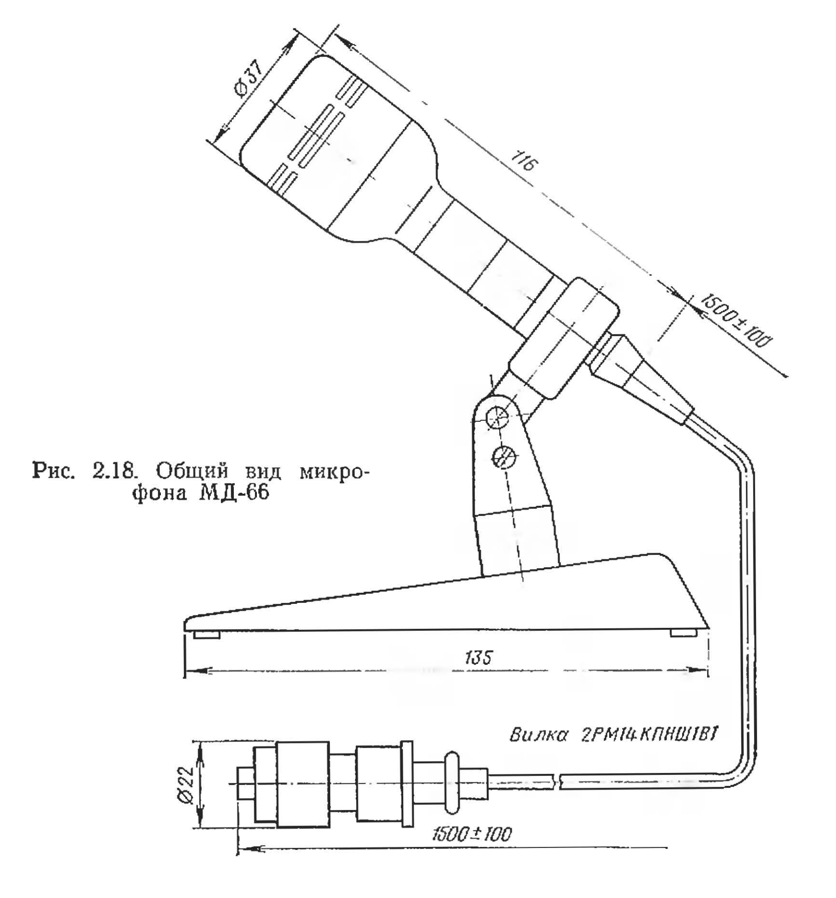


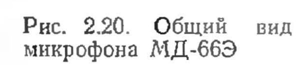
Рис. 2.18. Общий вид микрофона МД-66

Типовая частотная характеристика микрофона МД-66А приведена на рис. 2.23, где верхняя кривая соответствует значениям, измеряемым по фронту, а нижняя — по тылу. При повышенной и пониженной температурах, а также при повышенной относительной влажности окружающего воздуха основные электроакустические параметры микрофона, за исключением номинального диапазона частот, изменяются на значения, не превышающие 20%.

Основные параметры микрофона МД-66:

Номинальный диапазон частот, Гц	100 ... 10 000
Чувствительность на 1000 Гц, мВ/Па, не менее:	
микрофонов МД-66 и МД-66А	2
микрофона МД-66Э	1,8
Стандартный уровень чувствительности на 1000 Гц при номинальной нагрузке, дБ, не менее	—70
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 100 ... 10 000, дБ, не более	20

Рис. 2.19. Общий вид микрофона МД-66А



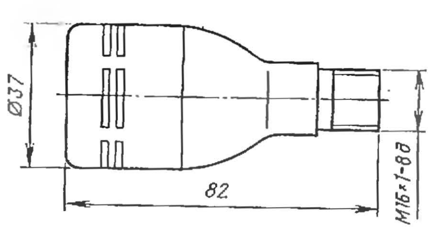


Рис. 2.20. Общий вид микрофона МД-66Э

Средняя разность уровней чувствительности фронт—тыл, дБ, не менее	12
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ Па при электромагнитном поле напряженностью 0,08 А/м частотой 1000 Гц, дБ, не более	22
Сопротивление изоляции между любыми выводами или между любой токоведущей жилой и корпусом, МОм, не менее	10
Предельное напряжение изоляции между любыми токонесущими выводами микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В	220

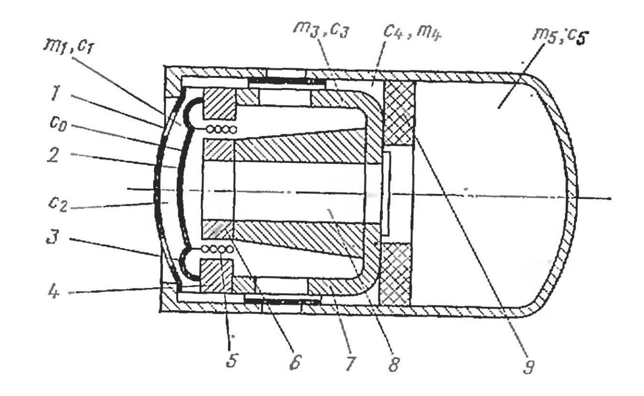


Рис. 2.21. Конструкция капсюля микрофона МД-66:

1 — защитная сетка; *2* — диафрагма; *3* — верхняя гофрированная шайба; *4* — верхний фланец; *5* — катушка индуктивности; *6* — шайба; *7* — магнит; *8* — керн; *9* — фланец

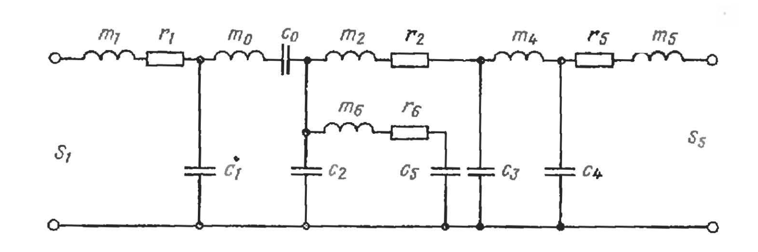


Рис. 2.22. Аналоговая электрическая схема микрофона МД-66:

1 — акустический элемент (решетка); *2* — акустический элемент (индуктивная катушка); *3* — акустический элемент, образованный внутри магнитной цепи; *4* — акустический элемент (цилиндрический магнит); *5* — акустический элемент, образованный цилиндрической решеткой, защищающей второе входное отверстие; *6* — акустический элемент, образованный центральным стержнем (керном); c_0 — гибкость диафрагмы; c_1 — гибкость воздуха между диафрагмой и защитной решеткой; c_2 — гибкость воздуха за диафрагмой перед керном; c_3 — в объеме магнитной системы; c_4 — между магнитной системой и задней немагнитной шайбой; c_5 — за немагнитной шайбой

Условия эксплуатации:	
температура, °C	—50 ... +50
относительная влажность воздуха при 20° С, %, до . .	86
вибрационные нагрузки в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	29,4 (3*g*)
Масса микрофонов, г, не более:	
МД-66 (без кабеля, шарнира и стойки)	150
МД-66А (без шарнира и стойки)	200
МД-66Э	200
Габаритные размеры микрофона, мм	⌀ 37×92
Длина кабеля, мм	1500±100
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000

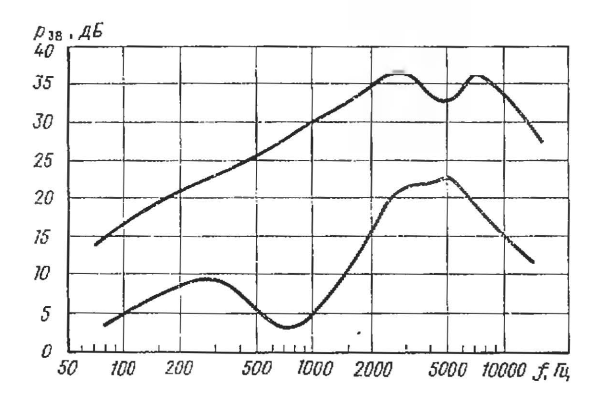


Рис. 2.23. Частотная характеристика микрофона МД-66А

Рис. 2.24. Общий вид микрофона МД-71

МД-71

Электродинамический ненаправленный катушечный микрофон МД-71 предназначен для проведения акустических измерений в специальных условиях. Микрофон МД-71 относится к профессиональным микрофонам специального назначения и выпускается промышленностью по группе сложности 1 по ГОСТ 6495—84. Микрофон МД-71 получил широкое распространение вследствие высоких характеристик, сохраняемых при достаточно жестких условиях эксплуатации. Микрофон МД-71 с учетом круговой характеристики направленности может быть применен для передачи и записи, а также для звукозаписи музыки и художественной речи в студиях, залах и театрах.

Общий вид, габаритные и установочные размеры микрофона МД-71 приведены на рис. 2.24. Кабель закреплен в корпус микрофона. На втором конце кабеля смонтирован электрический соединитель унифицированной конструкции в соответствии с требованиями ТУ, который является розеткой для сочленения с измерительной аппаратурой. Он выдерживает усилие на растяжение не менее 5 кг, действующее в направлении оси заделки кабеля в течение 1 мин. В состав комплекта поставки микрофона кроме электрического соединителя входят шарнир и стойка, соединяемые между собой при помощи резьбы М16. Схематически устройство микрофона показано на рис. 1.1,*а*. Конструкция микрофона МД-71 по схеме приема акустических волн относится к микрофонам-приемникам звукового давления, показанного на рис. 1.2, *б*. Схема присоединения выводов микрофона к штырям электрического соединителя (со стороны пайки) приведена на рис. 2.1, *а*. Типовая диаграмма направленности микрофона показана на рис. 1.3, *а*. Типовая частотная характеристика микрофона приведена на рис. 2.25. Все электроакустические параметры микрофона измерены при нормальных климатических условиях.

Основные параметры микрофона МД-71-1:

Номинальный диапазон частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц на сопротивлении нагрузки 2 кОм, мВ/Па, не менее	1,5
Неравномерность типовой частотной характеристики в диапазонах, дБ, не более:	
50 ... 15 000 Гц	8
250 ... 8000 Гц	4
Коэффициент гармоник (гармонических искажений) на 1000 Гц при звуковом давлении 145 дБ, %, не более . .	10

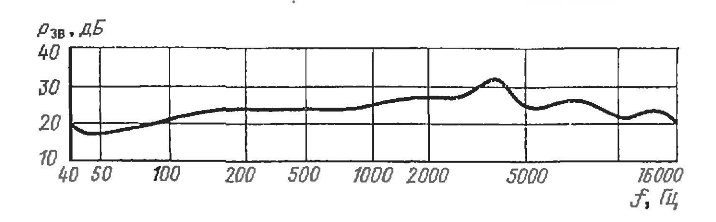


Рис. 2.25. Частотная характеристика микрофона МД-71-1

Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±20
Сопротивление нагрузки микрофона, Ом, не менее	250
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м на 50 Гц, дБ, не более	12
Сопротивление изоляции между любыми выводами или любыми токонесущими проводниками и корпусом, МОм, не менее	10
Максимальное испытательное напряжение, В	220 В
Условия эксплуатации:	
температура, °С	
повышенная рабочая, не более	50
повышенная предельная, не более	60
пониженная, не более	—40
повышенная относительная влажность при 25° С, %, не более	93±3
многократные удары (при числе ударов):	5000
ускорение, м/с²	147 (15*g*)
частота, уд./мин	40 ... 80
вибрации частотой 10 ... 70 Гц с ускорением, м/с²	29,4 (3*g*)
Масса, г, не более	170
Длина кабеля, мм	1500
Срок службы, ч, не менее	10 000
Гарантийный срок, г	2

МД-78

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон МД-78 предназначен для записи и передачи музыки и речи в теле- и радиостудиях, театрах, концертных залах и специально для ВИА и эстрадных исполнителей при использовании их как на напольной стойке, так и в руке исполнителя на близком расстоянии. С ветрозащитным чехлом микрофон может быть использован для передачи и звукоусиления музыки и речи в любых помещениях и на открытых пространствах, а также для организации диспетчерской и служебной связи.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры микрофона МД-78 приведены на рис. 2.26. Схематически устройство микрофона рассмотрено на рис. 1.1, *а*. Микрофон МД-78 обладает не только хорошими эксплуатационными свойствами, но и защищен от механических повреждений, малочувствителен к толчкам и изменениям температуры и влажности окружающей среды. Микрофон МД-78 относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, что обеспечивается конструкцией и особенностью расположения второго входного отверстия. Отличитель-

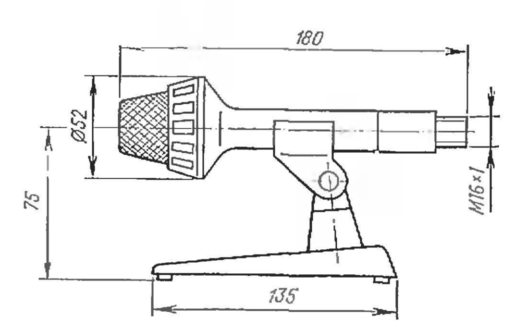


Рис. 2.26. Общий вид микрофона МД-78

ной особенностью конструкции микрофона МД-78 является то, что он имеет не один, а два дополнительных входа звуковых волн, расположенных соответственно на расстояниях l_1 и l_2 от центра диафрагмы (от первого входа). В состав конструкции микрофона входят: микрофонный капсюль, антифонная катушка, корпус, шарнир и стойка. Микрофон МД-78 снабжен ветрозащитным устройством, а капсюль имеет виброзащиту. Капсюль микрофона содержит постоянный магнит цилиндрической формы, нижний и верхний фланцы, изготовленные из толстолистовой стали, примыкающие с двух сторон к магниту, керн — круглый стержень, установленный в центре нижнего фланца, катушку индуктивности из тонкой проволоки, намотанной на жесткую цилиндрическую основу из диэлектрика, диафрагму куполообразной формы, изготовленную из полистирола и жестко скрепленную с катушкой индуктивности, неподвижную антифонную катушку и параллельный контур, состоящий из резистора и индуктивности.

Конструкция соединительных частей микрофона позволяет подключать его ко всем типам усилителей, магнитофонов, студийных устройств и РЭА при помощи стандартного соединителя с резьбой М16×1. На корпусе защитного кожуха расположены акустические входы, при этом первый вход имеет вид отверстий, закрытых шелком, а второй вход осуществляется через звукопроницаемые стенки, имеющие заданное активное сопротивление. При эксплуатации микрофона применяется противоветровой экран — оболочка из металлической сетки специальной конструкции или изготовленной из пластмассы и акустически прозрачной ткани.

Схема приема акустических волн микрофоном приведена на рис. 1.2. Типовая диаграмма направленности представлена на рис. 1.3, *в, г*. Два дополнительных входа улучшают частотную характеристику микрофона, так как она зависит от частоты звука и от расстояния, на котором микрофон находится от источника. На низких частотах разность фаз звуковых давлений, действующих на первый вход (диафрагму) и на один из двух вторых входов, определяется сравнительно большим расстоянием второго входа от первого. На высоких частотах инерционное сопротивление первого дополнительного входа становится очень большим, и первый вход запирается. При этом эффективным становится второй вход, отнесенный от первого на сравнительно небольшое расстояние. Оба дополнительных входа действуют одновременно и более полно удовлетворяют условиям односторонней направленности. Практически высокочастотный вход, расположенный на расстоянии l_2, будет в какой-то степени шунтировать низкочастотный вход на низких частотах, что приведет к небольшому спаду частотной характеристики в области низких частот, но не ухудшит режим работы микрофона из-за его близкого расположения от источника звука.

Антифонная катушка и индуктивный контур служат для подавления индуктивных помех и снижения чувствительности микрофона на низких частотах. Индуктивный контур устраняет явление «бубнение» и уменьшает опасность возникновения обратной акустической связи при работе в помещениях. Антифонная катушка включена противофазно основной звуковой катушке, а индуктивный контур из индуктивности 75 мГн и резистора сопротивлением 1,2 кОм включен параллельно.

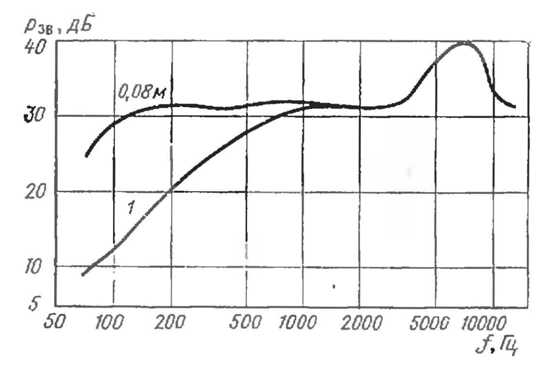


Рис. 2.27. Частотная характеристика микрофона МД-78

Типовая частотная характеристика чувствительности микрофона МД-78 приведена на рис. 2.27, из которого видно, что на низких частотах осевая частотная характеристика сильно зависит от расстояния, на котором микрофон находится от источника звука. Характеристика направленности микрофона для частот 50, 500, 1000, 4000 и 10 000 Гц приведена на рис. 2.28.

При повышенной и пониженной температурах, а также при повышенной влажности окружающего воздуха все основные электроакустические параметры

Рис. 2.28. Характеристика направленности микрофона МД-78

микрофона МД-78 (за исключением диапазона частот) изменяются на значения, не превышающие 10 ... 12%.

Основные параметры микрофона МД-78:

Номинальный диапазон частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц на номинальной нагрузке, мВ/Па, не менее	2
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более, от источника на расстоянии:	
1 м	20
0,1 м	8
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой в номинальном диапазоне частот, дБ, не более . .	±2,5
Изменение частотной характеристики чувствительности на низких частотах 50 Гц, дБ, не более	12
Средний перепад уровней чувствительности фронт—тыл в диапазоне 50 ... 15 000, дБ, не менее	12
Наименьший перепад уровня чувствительности в номинальном режиме, дБ	6
Модуль полного внутреннего электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	150±15
Сопротивление резистора параллельного контура, кОм . .	1,2
Индуктивность параллельного контура, мГн	75
Масса микрофона, кг, не более	0,32 кг
Габаритные размеры, мм	⌀ 52×180
Срок службы, ч, не менее	6500

МД-80

Электродинамический катушечный односторонне направленный микрофон МД-80 предназначен для приема, записи, передачи и звукоусиления речи и музыки в любых помещениях, на эстраде, в театре, а также на открытых площадках. Микрофон имеет универсальное применение при проведении конференций, а также для организации диспетчерской и служебной связи. Преимущественное применение микрофона определяется уверенным приемом и передачей верхних частот до 12 000 Гц.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры МД-80 приведены на рис. 2.29. Изготавливаются два типоразмера микрофона МД-80 и МД-80А, отличающиеся методами установки микрофона на стойке, типами самих стоек, габаритными размерами и массой. Микрофон не имеет ветрозащитного устройства, что ограничивает его возможности. Схематически устройство микрофона, классифицированного по способу преобразования колебаний электродинамического типа, приведено на рис. 1.1. Микрофон МД-80 содержит постоянный магнит цилиндрической формы, два стальных фланца, жестко примыкающих к этому магниту, центральный металлический стержень (керн), катушку индуктивности, намотанную тонким проводом на диэлектрическом каркасе, упругую диафрагму, составляющую одно целое с катушкой индуктивности. Другие детали конструкции микрофона показаны на рис. 2.2. Микрофон МД-80 изготавливается с вмонтированным микрофонным кабелем.

Конструкция микрофона и технология его изготовления позволяют эксплуатировать микрофон в жестких условиях климатических и электроакустических

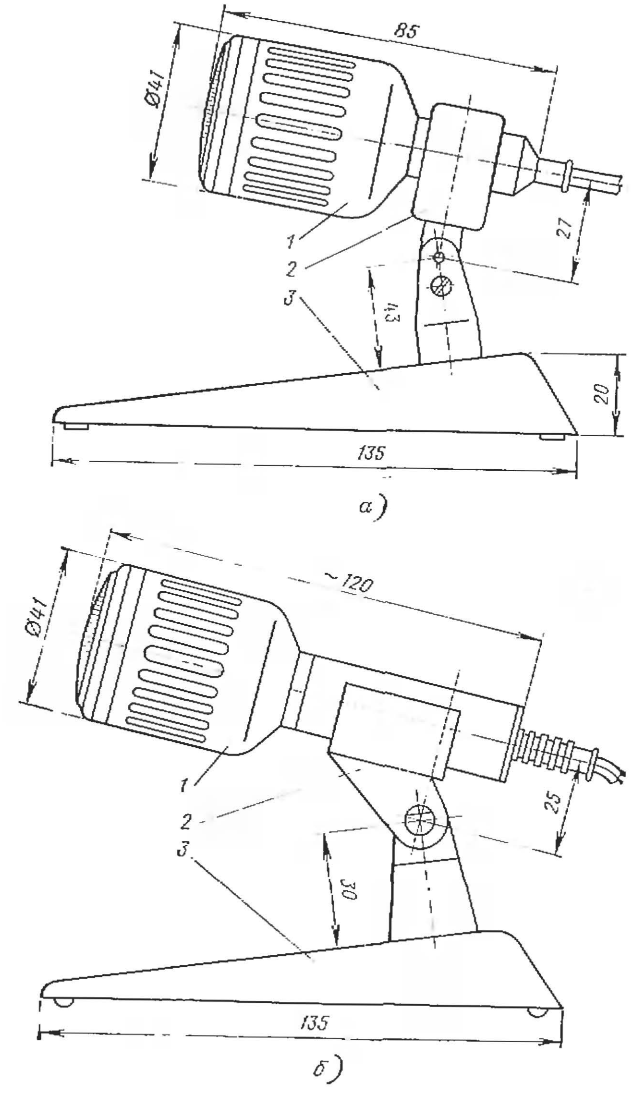


Рис. 2.29. Общий вид микрофонов:

а — МД-80 (*1* — микрофон в сборе; *2* — шарнир I типа; *3* — подставка настольная); *б* — МД-80А (*1* — микрофон в сборе; *2* — шарнир II типа; *3* — подставка настольная)

параметров. По своему конструктивному исполнению микрофон МД-80 относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, у которых позади входного колебательного элемента в магнитопроводе и корпусе имеются отверстия для доступа звуковых волн к внутренней стороне диафрагмы. Качество микрофона во многом определяется применяемыми для изготовления деталей материалами. Например, магнит изготавливается из специальной стали с присадками титана, кобальта, хрома и других металлов, центральный стержень и фланцы — из мягкой углеродистой стали с хорошей магнитной проводимостью,

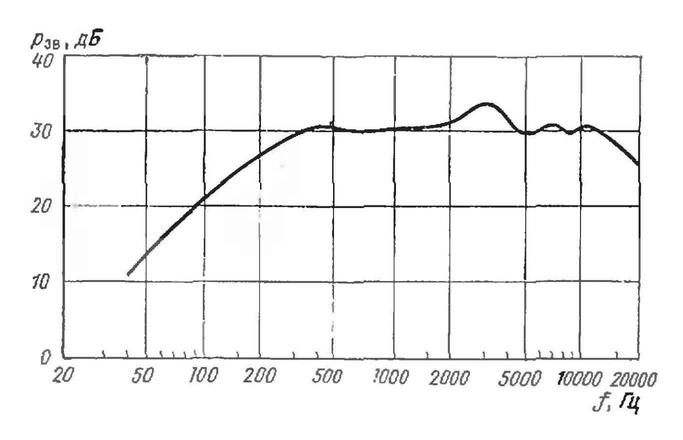


Рис. 2.30. Частотная характеристика микрофона МД-80

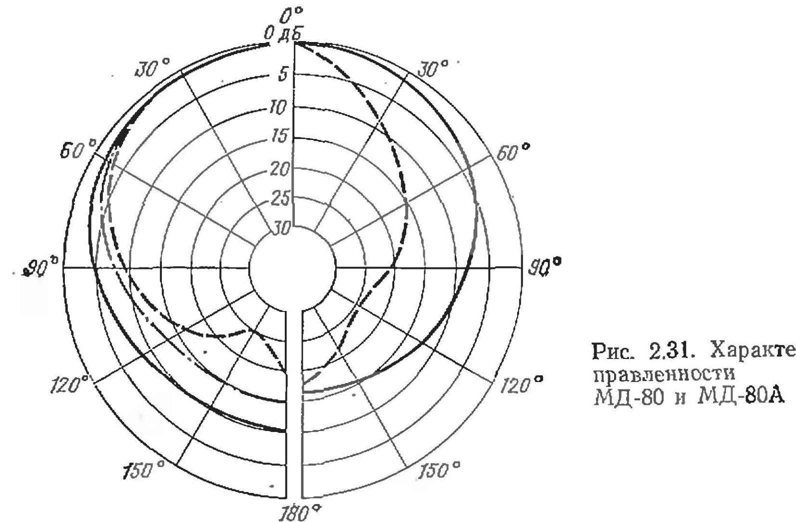


Рис. 2.31. Характеристика направленности микрофонов МД-80 и МД-80А

диафрагма изготавливается из различных марок высококачественного полистирола. Важное значение имеют технологические приемы сборки и регулировки, а также соблюдение правил технического обслуживания и контрольных поверок.

Микрофон МД-80 имеет кардиоидную характеристику, показанную на рис. 1.3, *в—д*. Схемы включения микрофона рассмотрены на рис. 2.1. Микрофон относится к изделиям группы сложности 2 (табл. 1.1). Типовая частотная характеристика чувствительности МД-80 приведена на рис. 2.30. Характеристика направленности МД-80 и МД-80А в полярных координатах приведена на рис. 2.31.

Основные параметры микрофонов МД-80 и МД-80А:

Номинальный диапазон частот, Гц	50 ... 12 000
Чувствительность в свободном поле в режиме х.х. на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	2
Перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 50 ... ... 12 000 Гц, дБ, не менее	6
Средний перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 50 ... 12 000 Гц, дБ, не менее	12
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 12 000 Гц, дБ, не более . . .	20
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 100 ... 8000 Гц, дБ, не более	15
Отклонение частотной характеристики от типовой на любой частоте 50 ... 12 000 Гц, дБ, не более	±2,5
Модуль полного электрического сопротивления, Ом . . .	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м, дБ, не более	12
Уровень звукового давления собственного шума микрофона, дБ, не более	15
Условия эксплуатации:	
температура, °С:	
повышенная	40
пониженная	—20
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	85
вибрационные нагрузки в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с²	29,4 (3*g*)
Габаритные размеры микрофона, мм:	
МД-80	∅ 41×85
МД-80А	∅ 41×120
Длина кабеля, мм	1500
Масса микрофона, кг:	
МД-80	0,17
МД-80А	0,23
Наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы, лет, не менее	10
Гарантийный срок, мес.	24

МД-200

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон МД-200 предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи совместно с бытовой аппаратурой магнитной записи. Микрофон МД-200 находит широкое применение для любительской звукозаписи в комплекте с транзисторными магнитофонами, такими как «Соната-304», «Яуза-206», «Нота» и др. Микрофон обеспечивает достаточно высокие параметры при передаче речи в рабочем диапазоне частот 100 ... 10 000 Гц.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры МД-200 приведены на рис. 2.32. Промышленностью изготавливаются два варианта микрофона МД-200 и МД-200А, незначительно отличающихся конструктивным исполнением шарнира и подставки при полном сохранении основных электроакустических параметров и технических характеристик. Микрофон укомплектован микрофонным шнуром и электрическим соединителем типа СШЗ.

Ø35

115

105

Соединитель СШ3

1500±100

Рис. 2.32. Общий вид микрофонов МД-200 и МД-200А

Соединительный кабель длиной 1,5 м вмонтирован в микрофон и закреплен внутри микрофона.

По своим конструктивно-технологическим характеристикам и электроакустическим параметрам МД-200 (МД-200А) относится к группе сложности 3 по ГОСТ 6495—84. Конструкция микрофона приведена на рис. 2.33. Микрофон

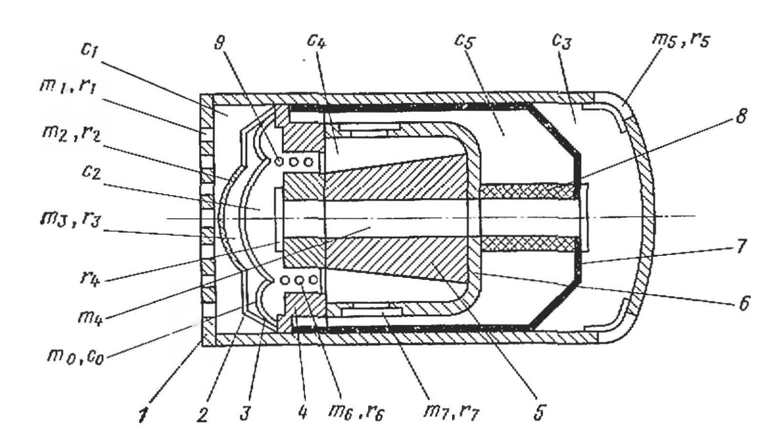


Рис. 2.33. Конструкция капсюля микрофона МД-200:

1 — решетка защитная; *2* — накладка; *3* — мембрана; *4* — фланец передний; *5* — керн; *6* — фланец цилиндрический; *7* — кожух; *8* — втулка диэлектрическая; *9* — катушка индуктивности

включает в себя: постоянный магнит цилиндрической формы; верхний фланец с отверстием в центре, изготовляемый из толстолистовой стали с высокими магнитными свойствами; нижний фланец в виде цилиндра с отверстиями; диафрагму; катушку индуктивности; накладку; защитный кожух; центральный стержень цилиндрической формы — керн, а также ряд акустических элементов. Микрофон имеет достаточно простую конструкцию, технологичен в изготовлении и удобен при эксплуатации. В корпусе микрофона предусмотрен второй вход акустических колебаний, выполненный в виде продолговатых отверстий в его конусной части, имеющей обтекаемую форму. Определенный интерес представляют акустические элементы конструкции, обеспечивающие получение кардиоидной характеристики направленности: c_1 — гибкость воздуха между решеткой и накладкой; c_2 — между диафрагмой и керном; c_3 — между кожухом капсюля и защитным кожухом; c_4 — внутри магнитной системы; c_5 — внутри кожуха капсюля; c_6 — в зазоре, где движется катушка индуктивности; c_7 — в отверстиях магнитопровода; m_1—m_6 и r_1—r_6 — массы и активные сопротивления воздуха и акустических элементов.

Микрофон имеет кардиоидную характеристику направленности (рис. 1.3, *в*). Электроакустические параметры обеспечиваются при эксплуатации микрофона в нормальных климатических условиях. *Аналоговая электрическая* схема микрофона приведена на рис. 2.34. Типовая частотная характеристика микрофона приведена на рис. 2.35. При повышенной и пониженной предельных температурах, а также при повышенной относительной влажности окружающей среды некоторые электроакустические параметры могут изменяться в пределах до 20 ... 30 %.

Основные параметры микрофонов МД-200 и МД-200А:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	100 ... 10 000
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 10 ... 10 000 Гц, дБ, не более	12
Стандартный уровень чувствительности на 1000 Гц при номинальной нагрузке, дБ, не менее	—70
Чувствительность на 1000 Гц, мВ/Па, не менее:	
микрофона МД-200	2
микрофона МД-200А	1,8

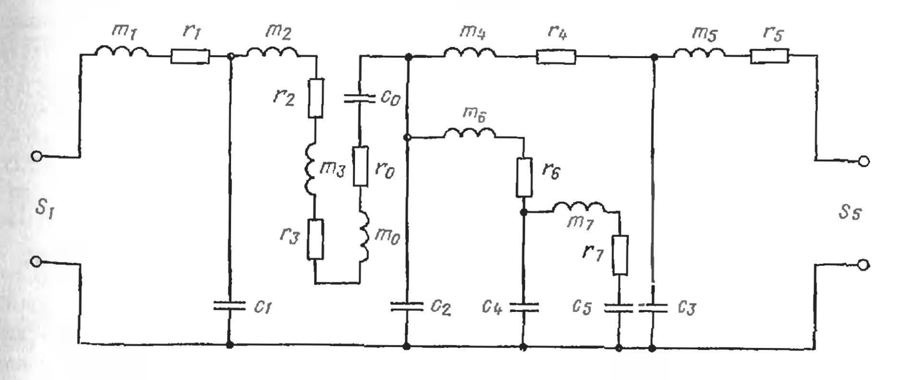


Рис. 2.34. Аналоговая электрическая схема микрофона МД-200

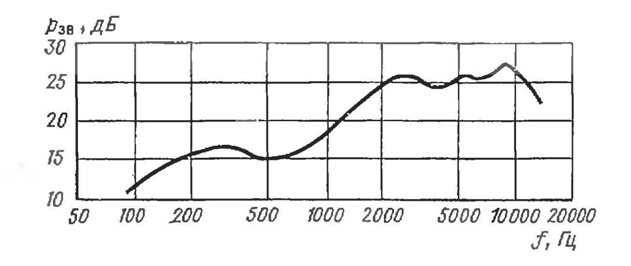


Рис. 2.35. Частотная характеристика микрофонов МД-200 и МД-200А

Средняя разность уровней чувствительности фронт—тыл, дБ, не менее	12
Модуль полного электрического сопротивления 1000 Гц, Ом	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2\cdot10^{-5}$ Па при переменном электромагнитном поле напряженностью 0,08 А/м частотой 1000 Гц, дБ, не более . .	22
Внутреннее сопротивление, Ом	250
Сопротивление изоляции между любыми выводами или между любыми токонесущими жилами соединительного кабеля и корпусом, МОм, не менее	20
Предельное напряжение изоляции между любыми токонесущими выводами микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В	250
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—20 ... +50
относительная влажность при 30° С, %, не более . .	85
Масса микрофона, г, не более	150
Габаритные размеры, мм	∅ 35×115
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы, ч, не менее	5000

МД-201

Электродинамический ненаправленный катушечный микрофон МД-201 предназначен для комплектования бытовых магнитофонов. Микрофон МД-201 обеспечивает прием, запись, звукопередачу и звукоусиление речи и музыки в номинальном диапазоне рабочих частот. Микрофон входит в комплектную поставку таких магнитофонов, как «Нота-203-стерео», «Яуза-206», «Электроника», «Соната-304».

Общий вид, габаритные, присоединительные и установочные размеры МД-201 приведены на рис. 2.36. Микрофон изготавливается в общепромышленном и экспортном исполнениях по группе сложности 3 и относится к третьему поколению РЭА. Конструкция микрофона и технология его изготовления позволяют эксплуатировать микрофон в жестких условиях климатических и механических внешних воздействующих факторов.

Микрофон комплектуется электрическим соединителем типа РГ1Н-1-1 по ТУ ОЮО.364.002, а также микрофонным кабелем типа КММ-1. Микрофонный кабель вмонтирован в микрофон. Капсюль микрофона заключен в пластмассовый корпус с одним акустическим входом, обеспечивая круговую диаграмму направленности (рис. 1.3, *а*). Конструкция микрофона отличается простотой, тех-

Рис. 2.36. Общий вид микрофона МД-201

нологичностью изготовления и повышенной гарантией в период эксплуатации.

Схема включения микрофона и распайка выводов соединительного кабеля приведены на рис. 2.1, *е*, но необходимо учитывать тип электрического соединителя. Технические характеристики микрофона даны в табл. 1.1. Типовая частотная характеристика чувствительности микрофона МД-201 приведена на рис. 2.37.

Основные параметры микрофона МД-201:

Номинальный диапазон частот, Гц	80 ... 10 000
Чувствительность микрофона по свободному полю в режиме х.х. на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	1,3
Отклонение формы частотной характеристики чувствительности от типовой в диапазоне 80 ... 10 000 Гц, дБ, не более .	±2,5
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200±40
Сопротивление нагрузки, Ом, не менее	250

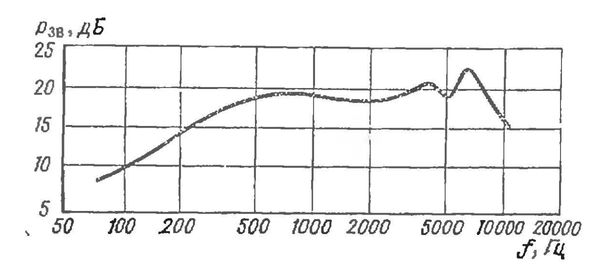


Рис. 2.37. Частотная характеристика микрофона МД-201

Уровень эквивалентного звукового давления микрофона относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м частотой 50 Гц, дБ, не более . .	17
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—20 ... +50
относительная влажность при 20° С, %, не более . .	93
при повышенной и пониженной предельных температурах, а также при повышенной относительной влажности:	
отклонение формы частотной характеристики чувствительности по свободному полю в диапазоне 80 ... ... 10 000 Гц, дБ, не более	3
чувствительность микрофона по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	1,4
Масса, г, не более	100
Длина кабеля, мм, не менее	1500
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	6250

82А-5М

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон 82А-5М предназначен для высококачественной звукозаписи и звукоусиления речи в комплекте с РЭА на киностудиях как в условиях ателье, так и на натурных съемках. Микрофон может быть использован также для записи речи в комплекте с бытовой РЭА любой группы сложности. Микрофон работает в номинальном диапазоне частот во всех климатических зонах с умеренным климатом. Область применения микрофона может быть расширена при соблюдении требований эксплуатации.

Общий вид, габаритные, присоединительные и установочные размеры микрофона 82А-5М приведены на рис. 2.38. Микрофон изготавливается также и в экспортном исполнении. Схематически устройство микрофонов электродина-

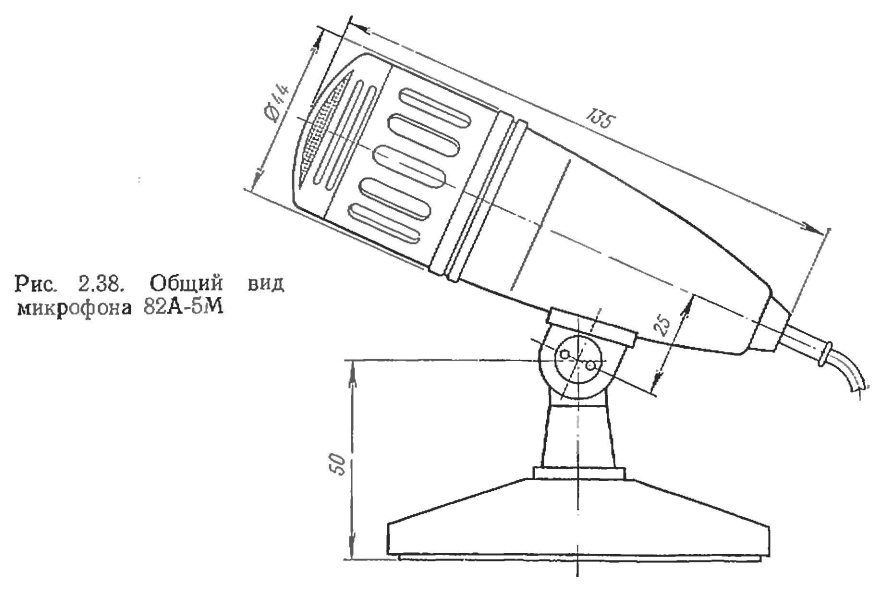


Рис. 2.38. Общий вид микрофона 82А-5М

мической системы приведено на рис. 1.1. В кольцевом зазоре магнитной системы, имеющей постоянный магнит, помещена звуковая катушка, жестко скрепленная с диафрагмой, которая имеет определенную степень свободы. Под воздействием на диафрагму звукового давления последняя вместе с подвижной катушкой совершают колебательные движения, и катушка пересекает магнитные силовые линии. В силу этого в витках звуковой катушки индуктируется электродвижущая сила, возникает переменное напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона. Конструкция микрофона обеспечивает стабильность параметров в жестких условиях воздействия климатических и механических факторов.

Односторонняя направленность в микрофоне, его кардиоидная диаграмма обеспечиваются при помощи соответствующим образом подобранной акустомеханической системы, которая создает определенный фазовый сдвиг между звуком, приходящим к фронтальной части мембраны, и звуком, приходящим к тыловой части мембраны. Это достигается конструкцией микрофона и технологией его изготовления. Например, боковые отверстия внутреннего стакана магнитной цепи оклеены шелком, имеющим определенное акустическое сопротивление. Фазовый сдвиг рассчитывается так, чтобы при фронтальном падении звука по нормали к диафрагме микрофона звуковые давления с обеих сторон диафрагмы складывались, а при тыловом падении — вычитались. Магнитная система микрофона помещена в корпус и прижимается крышкой, имеющей прорези для фронтального доступа воздуха к диафрагме. К внутренней стороне крышки примыкают латунные сетки, оклеенные шелком, которые являются одновременно экранами и служат для защиты от пыли. Микрофонный кабель закреплен в корпусе микрофона, а на конце имеет трехконтактную вилку. Для крепления микрофона на стойке или журавле на корпусе имеется шарнир, оканчивающийся резьбой.

Типовая диаграмма направленности микрофона приведена на рис. 1.3, *в*. Частотная характеристика чувствительности микрофона показана на рис. 2.39, где верхняя кривая соответствует значениям фронта, а нижняя — тылу. Характеристика снята во всем номинальном диапазоне частот. Диаграмма направленности микрофона в полярных координатах приведена на рис. 2.40. Для коррекции частотной характеристики в области крайних частот служат акустические резонансные контуры. Высокочастотный контур образуется при помощи

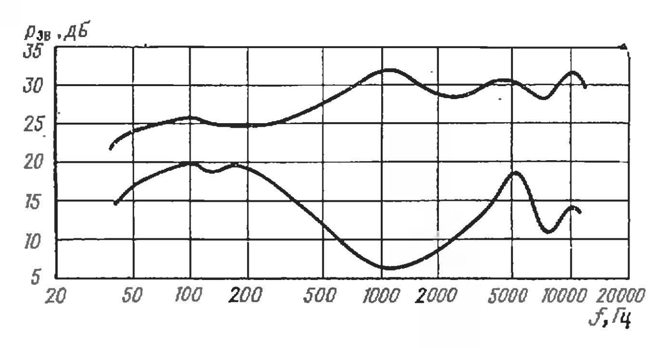


Рис. 2.39. Частотная характеристика микрофона 82А-5М

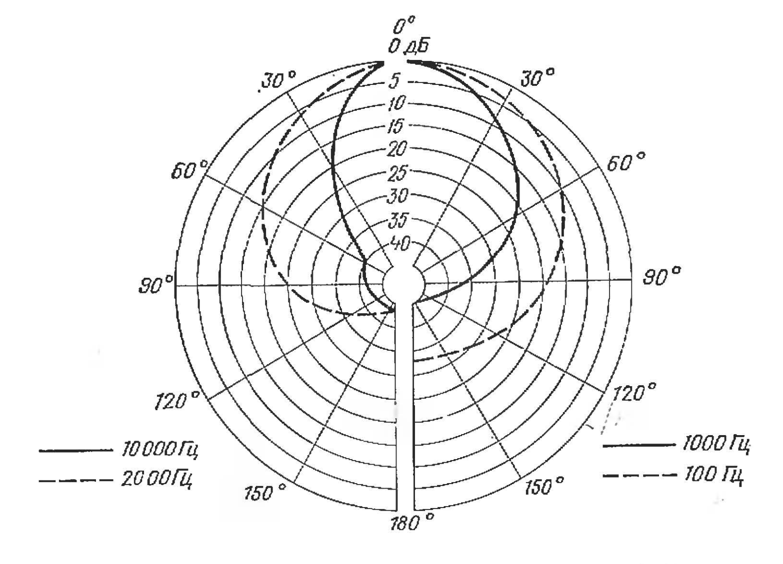


Рис. 2.40. Характеристика направленности микрофона 82А-5М

специальной накладки, расположенной перед диафрагмой. Низкочастотный контур представляет собой трубку, помещенную внутри магнита и соединяющую подмембранный объем воздуха с внутренним объемом корпуса микрофона.

Небольшое выходное сопротивление микрофона и достаточная чувствительность позволяют располагать микрофон на расстоянии до 30 м от усилительной аппаратуры. Поскольку микрофон обладает односторонней направленностью, то он ориентируется тыльной стороной к источнику шумов. Так как микрофон является комбинированным приемником звука, то при работе на близком расстоянии (менее 1 м) всегда будет увеличиваться отдача в области низких частот.

Электрическая схема включения и распайки микрофона приведена на рис. 2.1,*е*, при этом контакт соединителя *3* соединяется с корпусом на землю.

Основные параметры микрофона 82А-5М:

Номинальный диапазон частот, Гц	50 ... 10 000
Чувствительность по свободному полю в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	4
Стандартный уровень чувствительности, дБ, не менее . .	—68
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне 50 ... 10 000 Гц, дБ, не более	10
Средняя разность уровней отдачи между фронт—тыл в диапазоне, дБ:	
100 ... 400 Гц	9
400 ... 10 000 Гц	18
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±50
Выходное сопротивление, Ом	250±15
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—40 ... +50

относительная влажность воздуха при 20±5° С, % . .	95...98
Масса, кг, не более	0,35
Габаритные размеры, мм	∅ 44×135
Гарантийный срок службы, ч, не менее	5000
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	6000

МД-380

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон МД-380 *предназначен для приема, звукозаписи, передачи и звукоусиления* музыки и художественного чтения в студиях, концертных залах, театрах, может работать практически в любых помещениях и на открытом воздухе. Микрофон может быть использован для организации диспетчерской и служебной связи, а также может работать в комплексе с любительской электронной аппаратурой магнитной записи.

Общий вид, габаритные, присоединительные и установочные размеры микрофона МД-380 приведены на рис. 2.41. Микрофоны изготавливаются в общепромышленном, экспортном и тропическом исполнениях. В состав условного обозначения микрофона входят сокращенное обозначение и номер технических условий или номер государственного стандарта. Габаритные размеры и массы микрофонов различных конструктивных исполнений приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. **Массогабаритные характеристики микрофона МД-380**

Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Длина кабеля, мм	Масса, г
МД-380	∅ 41×85	—	150
МД-380-Т	∅ 41×85	—	150
МД-380А	∅ 41×172	1500	200
МД-380А-Т	∅ 41×172	1500	200
МД-380Б	∅ 41×85	—	150
МД-380Б-Т	∅ 41×85	—	150

Схематически устройство микрофона электродинамической конструкции дано на рис. 1.1, *а*. Схема микрофона-приемника градиента звукового давления рассмотрена на рис. 1.2, *б*. Схематически устройство капсюля электродинамического микрофона приведено на рис. 2.1. Микрофон МД-380 укомплектован стойкой, ветрозащитным экраном, шарниром и микрофонным кабелем с электрическим соединителем ОНЦ-РГ-6-3/16-Р18 или ОНЦ-РГ-4-3/16-Р13.

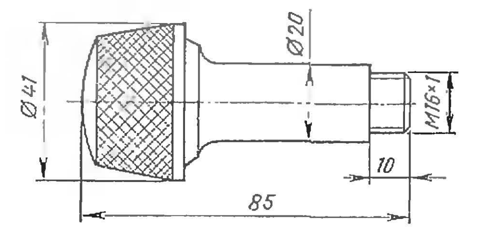


Рис. 2.41. Общий вид микрофона МД-380

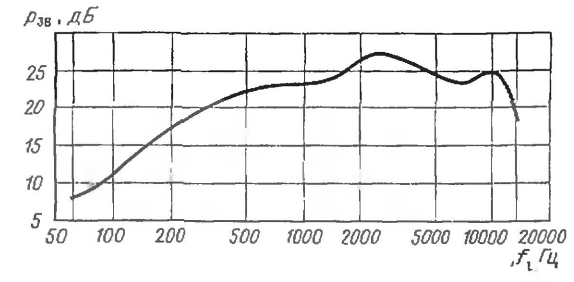


Рис. 2.42. Частотная характеристика микрофона МД-380

Изготавливается микрофон по группе сложности 3 (см. табл. 1.5) в климатическом исполнении УХЛ, категории размещения 1.1. Типовая диаграмма направленности микрофона приведена на рис. 1.3, *в*. Схема электрическая соединений микрофона МД-380 соответствует показанной на рис. 2.1, *а*. Типовая частотная характеристика микрофона МД-380 приведена на рис. 2.42. Диаграмма направленности микрофона, измеренная на частотах 125; 500; 1000; 4000 и 14 000 Гц, приведена на рис. 2.43.

Основные параметры микрофона МД-380:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	60 ... 14 000
Чувствительность по свободному полю в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	2
Стандартный уровень чувствительности на 1000 Гц при номинальной нагрузке, дБ, не менее	—65
Отклонение формы частотной характеристики чувствительности от типовой в диапазоне 60 ... 14 000 Гц, дБ, не более	±3
Неравномерность частотной характеристики чувствительности микрофона в диапазоне 60 ... 14 000 Гц, дБ, не более	18
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200±40
Минимальное сопротивление нагрузки, Ом	250

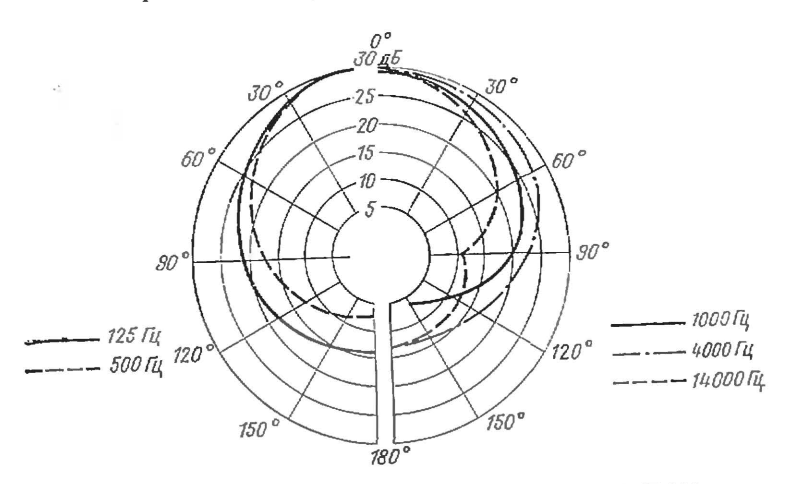


Рис. 2.43. Характеристика направленности микрофона МД-380

Сопротивление изоляции между любыми токонесущими выводами или между любыми токонесущими жилами соединительного кабеля и корпусом, МОм, не менее	10
Предельное напряжение изоляции между любыми токонесущими выводами микрофона или любой токонесущей жилой соединительного кабеля и корпусом микрофона, В . . .	220
Средняя наработка на отказ МД-380, ч, не менее . . .	6000
Гарантийный срок эксплуатации при нормальных климатических условиях, г, не менее	2

МЛ-19

Электродинамический односторонне направленный ленточный микрофон МЛ-19 предназначен для приема, передачи, звукозаписи или звукоусиления музыки и речи в студиях и концертных залах. Микрофон МЛ-19 обеспечивает высококачественную передачу и запись художественных произведений и музыки на радиовещании и телевидении. Микрофон может быть использован для акустических измерений.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры МЛ-19 приведены на рис. 2.44. Схематическое устройство ленточного микрофона рассмотрено на рис. 1.1, *д*. Микрофон относится к микрофонам-приемникам гра-

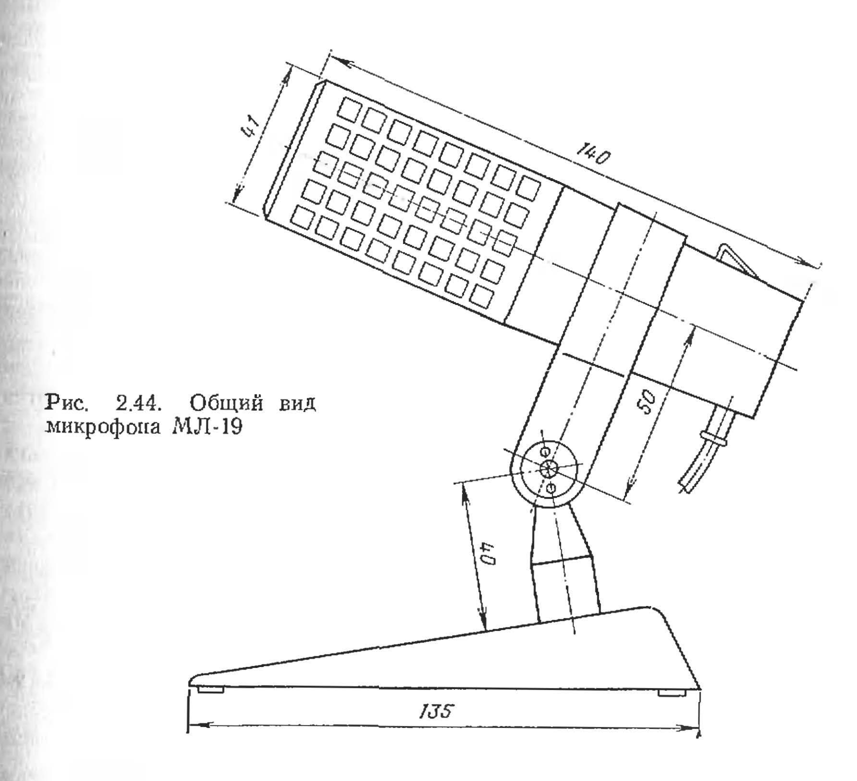


Рис. 2.44. Общий вид микрофона МЛ-19

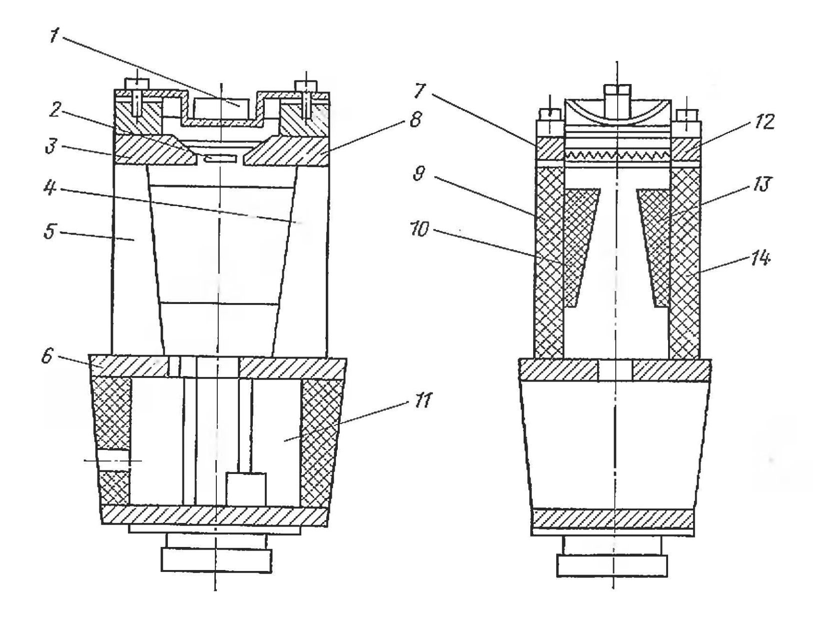


Рис. 2.45. Конструкция капсюля микрофона МЛ-19:

1 — скоба; *2* — ленточка; *3* — полюсный наконечник; *4*, *5* — магниты; *6* — фланец; *7* — контакт ленточки; *8* — полюсный наконечник; *9* — пластина звукопроницаемая; *10* — накладка; *11* — звукопроницаемый элемент; *12* — контакт ленточки; *13* — накладка; *14* — пластина звукопроницаемая

диента звукового давления, схема которого приведена на рис. 1.2. Конструкция микрофона ленточного типа рассмотрена на рис. 2.45. Принцип действия ленточного микрофона практически не отличается от принципа действия ранее рассмотренных катушечных микрофонов электродинамического типа, однако в конструкции имеются существенные различия. Магнитная система микрофона конструктивно выполнена в виде подковы, имеет плоскопараллельные поверхности полюсных наконечников магнита, между которыми установлена тонкая гофрированная лента, обладающая высокой прочностью и гибкостью. В микрофоне гофрированная лента закреплена параллельно силовым линиям магнитного поля. Микрофон располагается по отношению к источнику звука так, чтобы сила, создаваемая акустической волной, была направлена перпендикулярно к плоскости ленты. Возникающая при колебаниях ленты магнитная индукция образует на ее концах ЭДС, как и на концах провода катушки индуктивности катушечного микрофона.

Для реализации полученной очень малой ЭДС на нагрузке устанавливается согласующий трансформатор с большим коэффициентом трансформации, который размещается на самом микрофоне. Согласующий трансформатор имеет несколько отводов, включен по схеме автотрансформатора.

Аналоговая схема рассматриваемого микрофона приведена на рис. 2.46, где c_0, z_0, m_0 — гибкость, активное сопротивление и масса гофрированной алюминиевой ленточки; c_1, r_1 — гибкость и активное сопротивление воздуха в объе-

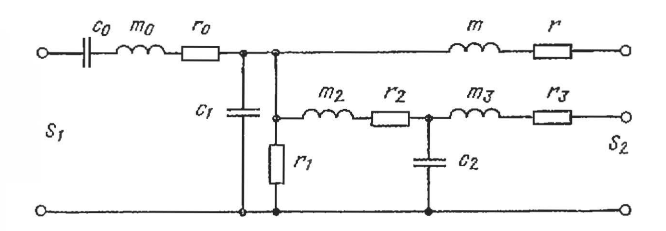


Рис. 2.46. Аналоговая электрическая схема микрофона МЛ-19

ме внизу под ленточкой; m_2, r_2 — масса и активное сопротивление воздуха в отверстии нижнего фланца; c_2 — гибкость воздуха внутри микрофона; S_1, S_2 — площадь первого и второго входного отверстий. Коррекция частотной характеристики обеспечивается скобой специальной конструкции (рис. 2.45, *1*).

Основные параметры микрофона МЛ-19:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 16 000
Чувствительность микрофона по свободному полю в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	2
Перепад чувствительности фронт—тыл, дБ, не менее . .	12
Неравномерность чувствительности в диапазоне 50 ... 16 000 Гц, дБ, не более	14
Средняя разность уровней чувствительности фронт—тыл, дБ	15
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±40
Внутреннее сопротивление, Ом	250
Условия эксплуатации:	
рабочая температура окружающей среды, °С	—10 ... +40
относительная влажность воздуха при 20° С, % . . .	85±3
Синусоидальная вибрация в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с²	19,6 (2*g*)
Масса, кг, не более	0,55
Габаритные размеры, мм	140×46×41
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10 000
Срок службы, лет, не менее	10

МЛ-20

Электродинамический двунаправленный ленточный микрофон МЛ-20 предназначен для высококачественной передачи, приема, звукоусиления речи во всех помещениях и на открытых площадках в условиях повышенного шума. Микрофон специально разработан и выпускается для радио- и телекоментаторов, ведущих передачи со стадионов, спортивных залов, с улиц и площадей при проведении спортивных соревнований и митингов. Микрофон успешно эксплуатируется как в стационарных условиях, так и во время движения, обеспечивая передачу речи и шумовых накладок в номинальном диапазоне рабочих частот.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры МЛ-20 приведены на рис. 2.47. Схематически устройство ленточного микрофона рас-

смотрено на рис. 1.1. Микрофон МЛ-20 изготавливается по группе сложности 2 в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—84. Микрофон МЛ-20 работает по принципу микрофона-приемника звукового давления (рис. 1.2, *б*). Конструкция микрофона удобна для комментаторских целей, имеет специальный и удобный держатель для руки, снабжен устройством, фиксирующим расстояние микрофона от рта комментатора постоянным (примерно 8 см). Со стороны приема основного звука микрофон имеет встроенный защитный поролоновый экран для предотвращения помех от ветра и шума, хорошо амортизирован и поэтому защищен также от возможных шорохов при движении руки.

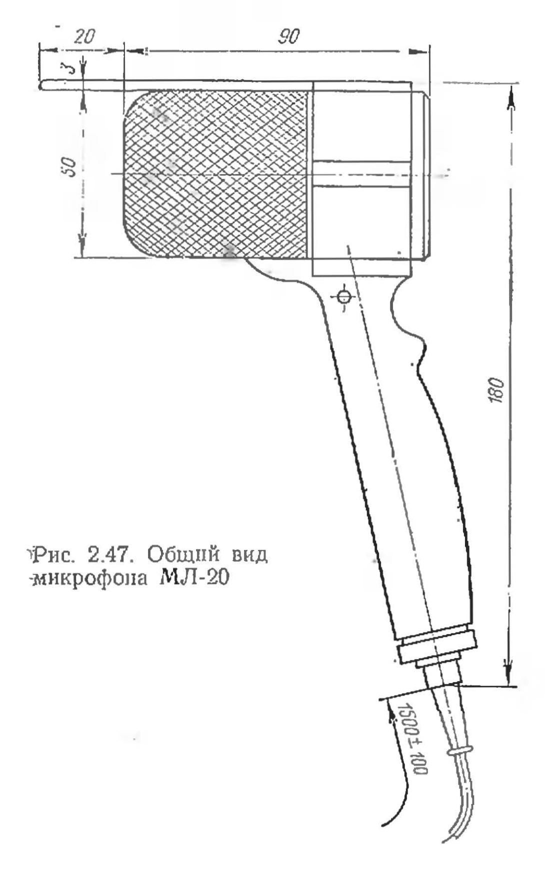


Рис. 2.47. Общий вид микрофона МЛ-20

Конструкция микрофона обеспечивает его эксплуатацию в условиях повышенной и пониженной температур и повышенной относительной влажности.

Толщина основного элемента микрофона — ленты составляет 2 ... 2,5 км, ширина ее 2 мм и длина колеблется в пределах 20 ... 50 мм. Такие размеры ленты обеспечивают чрезвычайно малую массу колебательной системы, что в сочетании с большой гибкостью ленты обеспечивает меньшую инерцию подвижной части ленточного микрофона. Все это позволяет ленточным микрофонам хорошо реагировать на быстрые переходные процессы, вносить очень малые нелинейные искажения при передаче, хорошо воспроизводить низкие частоты. Необходимо заметить, что микрофонная лента требует очень осторожного обращения и может быть легко повреждена при неправильной эксплуатации, небрежной транспортировке, движении воздушных потоков и др.

Типовая диаграмма направленности микрофона приведена на рис. 1.3, *б* — «восьмерка», косинусоида. Характеристика направленности микрофона МЛ-20, измеренная на частотах 100, 1000, 5000 и 8000 Гц, приведена на рис. 2.48, типовая частотная характеристика микрофона — на рис. 2.49. Рассматриваемая характеристика направленности микрофона, имеющая вид восьмерки, состоит из фронтальной части, которая обеспечивается при работе для получения рече-

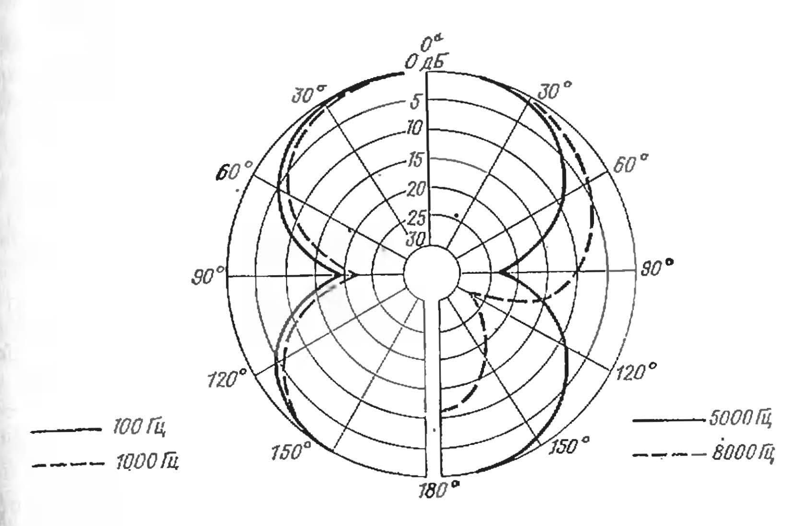


Рис. 2.48. Характеристика направленности микрофона МЛ-20

вого сигнала от комментатора и среза для создания акустического фона от дальних источников звука.

Основные параметры микрофона МЛ-20:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	80 ... 10 000
Чувствительность по свободному полю в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	0,1
Средний перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 80 ... 10 000 дБ, не менее	15
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 80 ... 10 000 Гц, дБ, для источника звука (1 м и более):	
дальнего	28±2,5
ближнего	13±2,5
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	200

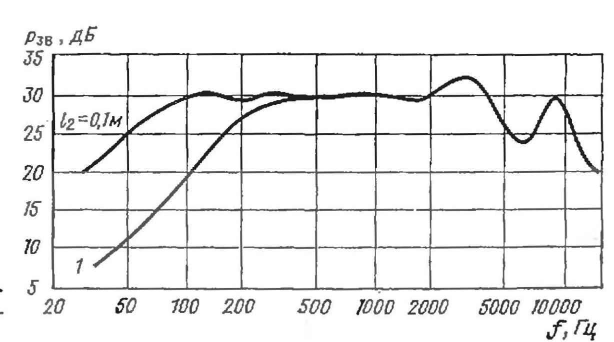


Рис. 2.49. Частотная характеристика микрофона МЛ-20

Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С:	
рабочая	—20 ... +40
предельная	—25 ... +50
влажность воздуха при 20° С, %, не более:	
относительная	85
предельная относительная	93
синусоидальная вибрация в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с^2, не более	19,6 (2g)
многократные удары	Не допускается
одиночные удары при частоте ударов 1 ... 2 уд./мин при длительности ударов 5 ... 15 мс с ускорением, м/с^2, не более	49,1 (5g)
Масса, г, не более	200
Габаритные размеры, мм	180×90×50
Наработка микрофона на отказ, ч, не менее	6000
Срок службы, лет, не менее	5
Срок гарантии, г	2

МЛ-51

Электродинамический двухсторонне направленный ленточный микрофон МЛ-51 предназначен для приема, передачи, звукоусиления и звукозаписи в радиовещании, телевидении, кинотехнике музыки и речи в студиях и концертных залах. Микрофон может быть использован для акустических измерений.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона МЛ-51 приведены на рис. 2.50. Схематически устройство микрофона ленточного типа рассмотрено на рис. 1.1, *д*. Микрофон МЛ-51 комплектуется специальным шарниром, стойкой и соединительным кабелем. При помощи шарнира, имеющего метрическую резьбу М16×1, микрофон может быть установлен на столе оператора на специальном подвесе. По своей конструкции микрофон МЛ-51 относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, условная

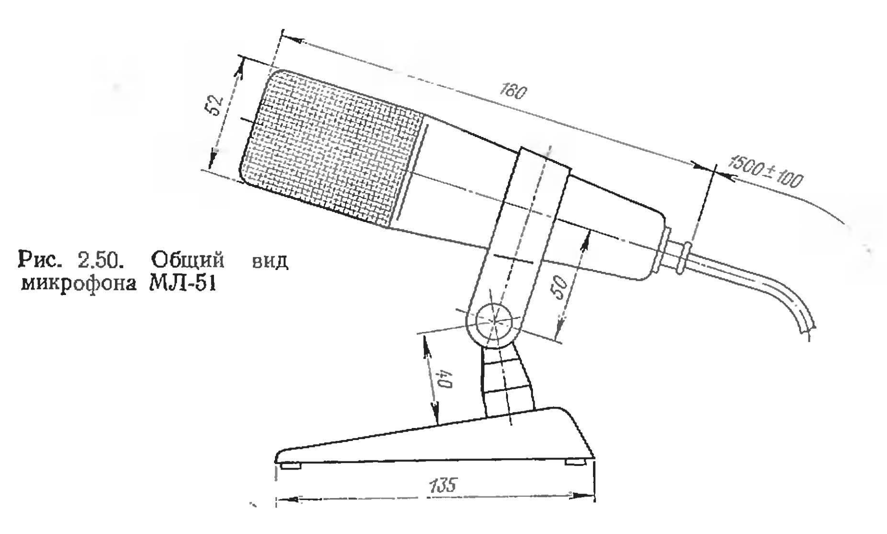


Рис. 2.50. Общий вид микрофона МЛ-51

схема которого приведена на рис. 1.2, *б*. В рассматриваемом микрофоне звукоприемником служит гофрированная ленточка из алюминиевой фольги толщиной 1,5 ... 2 мкм, расположенная в зазоре между полюсными наконечниками магнитной цепи. Обе стороны ленточки открыты доступу звуковых волн. Лента совершает поперечные колебания под действием разности давлений передней и задней сторон, пересекая при этом магнитные силовые линии поля зазора. В ленте индуцируется ЭДС, которая затем подводится к первичной обмотке повышающего трансформатора. Трансформатор, согласующий электрическое сопротивление ленты с входным сопротивлением микрофонного усилителя, расположен внутри корпуса микрофона МЛ-51. Сверху на микрофон надевается защитная металлическая сетка. Соединительный кабель вмонтирован в корпус микрофона и подключен к вторичной обмотке повышающего трансформатора.

Схема соединения микрофона с усилительным устройством и электрическим соединителем приведена на рис. 2.1, *а*. Микрофон имеет косинусоидальную характеристику направленности, показанную на рис. 1.3, *б*. Микрофон МЛ-51, работающий по принципу микрофона-приемника градиента звукового давления, обеспечивает высококачественную передачу при записи речи на магнитофон, при этом фронтальная часть характеристики направленности используется для получения речевого сигнала с близкого расстояния, а среза — для акустического фона от дальних источников звука.

Основные параметры микрофона МЛ-51:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	40 ... 16 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, дБ, не менее	1,6
Средний перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 40 ... 16 000, дБ, не менее	15
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 40 ... 16 000 Гц и для источника звука, дБ:	
дальнего	10
ближнего	6
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±50
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па при переменном магнитном поле напряженностью 0,08 А/м частотой 50 Гц, не более	2
Направленные свойства	ДН
Условия эксплуатации:	
температура, °С:	
повышенная рабочая	20
предельная	25
пониженная рабочая	—10
предельная	—20
транспортирования в упаковке	—40
относительная влажность воздуха при 20° С, %	85
ударные нагрузки	Не допускаются
вибрационные нагрузки в диапазоне 40 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	9,8 (1g)
Масса, г, не более	600
Габаритные размеры, мм	52×52×180
Длина кабеля, мм	1500
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы, г, не менее	5

5*

2.3. Микрофоны электродинамические ограниченного применения

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Номенклатура применяющихся в народном хозяйстве электродинамических микрофонов, рассмотренных в предыдущих параграфах, не ограничивается ими и может быть дополнена как микрофонами, снятыми с производства, но находящимися в эксплуатации, так и большой группой микрофонов специального назначения и микрофонами зарубежных фирм. Эти микрофоны находят широкое применение в системах радиовещания, телевидения, телефонии, озвучивания концертных и театральных залов, звукоусиления, записи, усиления звука ВИА, в различной РЭА. Многие микрофоны, отнесенные к группе прочих микрофонов, обладают высокими электроакустическими параметрами, органолептическими и эргономическими характеристиками, повышенной надежностью и долговечностью и заслуживают внимания. Все электроакустические параметры микрофонов и некоторые важнейшие характеристики приведены в табл. 2.3.

МД-74

Электродинамический катушечный остронаправленный микрофон МД-74 является сборочной единицей, состоящей из электродинамического микрофона и соединенной с ним специальной трубки длиной 0,8 м. Трубка специальной конструкции имеет ряд отверстий, сделанных в ее стенках на равных расстояниях друг от друга и снабженных рупорками. Размеры отверстий и рупорков рассчитаны таким образом, чтобы обеспечить подъем частотной характеристики на высших частотах диапазона, а также компенсировать падение чувствительности микрофона на этих частотах, происходящее из-за большого поглощения их в трубке.

МД-86

Электродинамический широкополосный двухкапсюльный односторонне направленный микрофон МД-86 предназначен для приема, передачи, записи музыки и речи в студиях телевидения и радиовещания, театрах, концертных залах. Микрофон имеет кардиоидную характеристику направленности, обеспечивает работу в номинальном диапазоне рабочих частот. Промышленностью микрофон изготавливается по группе сложности 2 в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—89. Электроакустические параметры микрофона МД-86 приведены в табл. 2.3. Схема включения микрофона и монтаж его с электрическим соединителем приведены на рис. 2.51. Конструктивно микрофон МД-86 представляет собой продолговатый цилиндр ∅24 мм, длиной 206 мм, имеющий на одном конце два акустических входа, а на втором конце — резьбовое соединение M16×1—7H.

Звуковые катушки индуктивности микрофона МД-86 подключены к выходным контактам через дополнительные индуктивные элементы, которые образуют корректор спада чувствительности микрофона на низких частотах. Переключатель корректора S1 позволяет устанавливать на частоте 50 Гц спад чувствительности 0; —7 и —12 дБ.

Таблица 2.3. **Основные электроакустические параметры и технические характеристики микрофонов малого применения и зарубежных фирм**

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительностей фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
МД-44 динамический бытовой	100 ... 8000	12	250	0,63	10	ОН	200	∅33×50
МД-47 динамический бытовой	100 ... 10 000	20	500 000	15	—	НН	266	94×71×32
МД-55 динамический для акустических измерений	60 ... 8000	12	250	1,25	—	НН	1650	∅ 60×80
МД-74 динамический для радиорепортажа	50 ... 10 000	20	250	1,2	12	ОН	500	∅ 71×810
МД-86 динамический универсальный	40 ... 15 000	20	150	1,2	15	ОН	350	∅ 24×206
D-17 динамический для передачи речи	15 ... 14 000	20	200	2	1,8	ОН	300	∅ 43,5×106
D-19 динамический для передачи и записи речи	30 ... 16 000	18	60/200	1/1,8	15	ОН	160	∅ 38×152
D-20 динамический, универсальный для записи музыки и речи	30 ... 18 000	14	60/200	0,9/1,6	18	ОН	630	190×74×54
D-25 динамический профессиональный для радиовещания и трансляций	30 ... 18 000	11	60/200	0,9/1,6	18	ОН	850	75×155×202
D-24 динамический профессиональный для радио- и телестудий	30 ... 20 000	18	60/200	1/1,8	20	ОН	180	∅ 40×156
D-30 динамический универсальный для записи музыки и речи	30 ... 16 000	12	75/150	1,2	20	ОН; ДН; НН	1000	63×87×260

Продолжение табл. 2.3

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительностей фронт-своз, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
D-36 динамический универсальный для приема, передачи и записи музыки и речи	30 ... 16 000	12	75; 150; 500	1,2	20	ОН; ОСН; ДН; НН	950	63×87×212
D-45 динамический для трансляций	30 ... 16 000	12	75; 150; 300	1,2	20	ОН; ОСН; ДН; НН	1200	88×150×200
D-66 динамический для стереофонической записи	50 ... 15 000	22	200	2,2	10	ОН	290	45×75×120
D-77 динамический для стереофонической записи в системе АВ	80 ... 13 000	15	200	2,2	13	ОН	410	∅ 58×138
D-200 динамический двухполосный универсальный	30 ... 17 000	8	250	1,4	10	ОН	300	∅ 40×185
D-202 динамический универсальный для передачи и записи музыки и речи	20 ... 18 000	7	200	1,8	20	ОН	280	∅ 51×210
D-224 динамический универсальный двухполосный	20 ... 2000	5	250	1,3	14	ОН	280	∅25×195
D-501 динамический универсальный с выключателем на корпусе для проведения репортажей	50 ... 15 000	22	200	2,2	6	ОН	340	∅ 55×175
D-503 динамический специальный для проведения репортажей	50 ... 15 000	22	200	2,2	6	ОН	440	∅55×115
D-505 динамический специальный для проведения репортажей	50 ... 15 000	30	200	2	12	ОН	340	∅ 55×175

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительностей фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
D-507 динамический специальный для проведения репортажей	50 ... 15 000	22	200	2,2	10	ОН	290	∅55×115
Г-115 динамический универсальный для студийной работы	40 ... 12 000	10	600	1	—	НН	270	∅ 65×250
MD-7 динамический для любительских магнитофонов	100 ... 10 000	22	300	1,5	20	ОН	220	38×53×77
MD-14 динамический профессиональный для проведения репортажей	100 ... 10 000	22	200	1,5	13,5	ОН	110	∅ 49×60
MD-16N (MD-16N/1) динамический для озвучивания студий, театров, концертных залов	80 ... 15 000	15	200±30%	1,5	10	ОН	300	60×80×150
MD-21 динамический универсальный для приема, передачи и записи музыки и речи	80 ... 15 000	20	200	2	15	ОН	150	∅ 47×200
MD-80 1N динамический, универсальный для работы с БРЭА и в студиях	40 ... 16 000	15	200±20%	1	12	ОН	200	∅ 41×155

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительностей фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
MD-441 динамический, студийный	30 ... 20 000	8	200	2	—	ОСН	450	33×36×257
AMD-460 (AMD-410N) динамический, универсальный и для озвучивания залов	50 ... 18 000	14	200	1,2	14	ОН	220	∅ 52×180
AMD-461 (AMD-411N) динамический, универсальный для приема, передачи и записи музыки и речи в студиях	50 ... 15 000	12	200	1,2	10	ОН	250	∅ 38×160
AMD-465 (AMD-415N) динамический, универсальный и для озвучивания залов	30 ... 18 000	10	200	1,2	10	ОН	250	∅ 38×150

Примечание: Он — односторонне направленный; НН — ненаправленный; ДН — двухсторонне направленный; ОСН — остронаправленный

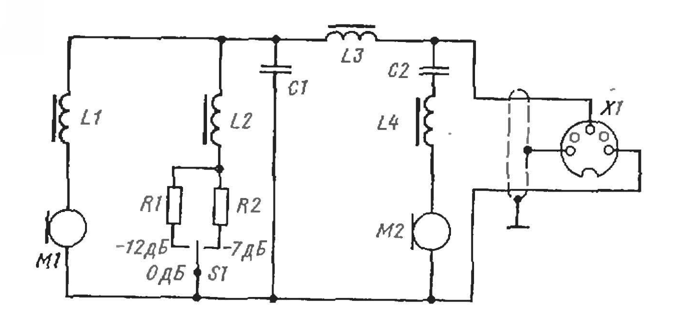


Рис. 2.51. Принципиальная электрическая схема включения микрофона МД-86

Микрофон МД-86 относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления (рис. 1.2, *б*). Типовая диаграмма направленности микрофона соответствует типовой диаграмме, приведенной на рис. 1.3.

D-202

Электродинамический широкополосный двухкапсюльный односторонне направленный микрофон D-202 предназначен для приема, передачи, звукоусиления и записи музыки и речи в любых помещениях и на открытом воздухе, в театрах, концертных залах, студиях радио- и телевидения. Конструкция микрофона включает в свой состав два электродинамических микрофонных капсюля, включенных по схеме, имеющей разделительный фильтр. Один микрофонный капсюль работает в диапазоне низких частот, а второй — в диапазоне высоких частот. Оба капсюля являются микрофонами-приемниками градиента звукового давления. На диафрагмы каждого из капсюлей воздействует звуковое давление с двух сторон, падающее на переднюю сторону непосредственно и на заднюю сторону через специальные отверстия в магнитной системе. Схемы приема акустических волн приведены на рис. 1.2.

Микрофон D-202 работает в диапазоне частот 30 ... 15 000 Гц, имеет равномерную частотную характеристику, почти не изменяющуюся в диапазоне 50 ... ... 10 000 Гц. В соответствии с рекламным проспектом микрофон обеспечивает устойчивую работу в номинальном диапазоне частот, что позволяет отнести микрофон к высшей группе сложности. В состав конструкции микрофона включены антифонная катушка и фильтр, которые обеспечивают спад низких частот при приеме речи и уменьшение помех ветра и посторонних звуков. Схема включения микрофона указана на рис. 2.52. Частотная характеристика чувствительности микрофона D-202 приведена на рис. 2.53. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона даны на рис 2.54.

MD-16N

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон MD-16N предназначен для приема, передачи, звукоусиления и записи музыки и речи в помещениях и на открытом пространстве. Но в первую очередь мик-

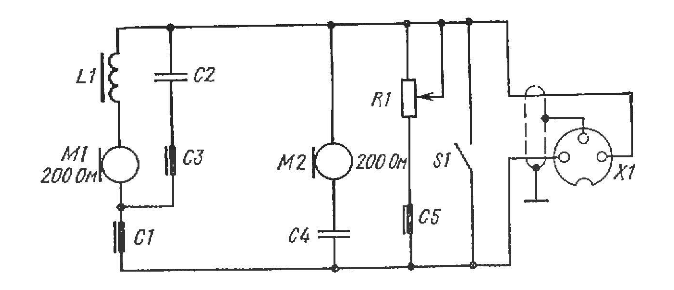


Рис. 2.52. Принципиальная электрическая схема включения микрофона D-202

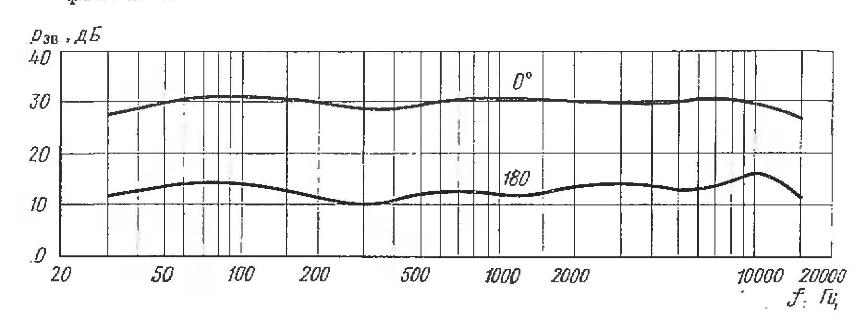


Рис. 2.53. Частотная характеристика микрофона D-202

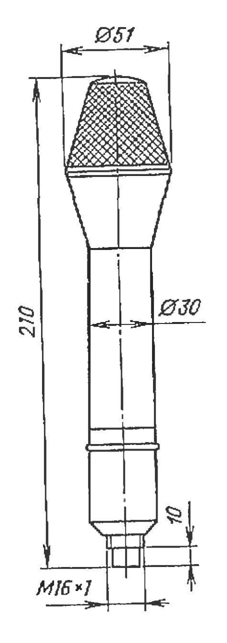


Рис. 2.54. Общий вид микрофона D-202

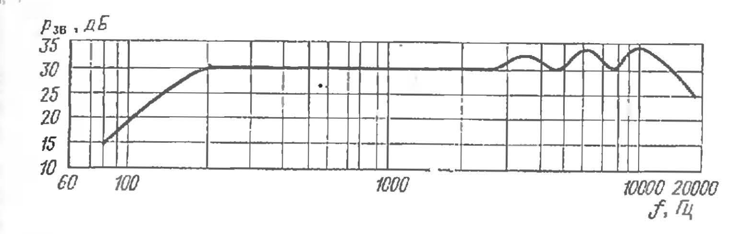


Рис. 2.55. Частотная характеристика микрофона MD-16N

рофон применяется для решения задач озвучивания музыкально-художественных программ в студиях, концертных залах и театрах. Конструкция MD-16N позволяет эффективно уменьшить шумы от дыхания и ветра, а также в большой степени уменьшить чувствительность к окружающим магнитным полям за счет компенсации фона. Передняя сторона микрофона выполнена в светлых тонах, задняя — в темных. На корпусе предусмотрена резьба для крепления к стойке. Микрофон снабжен пятиметровым двухжильным экранированным соединительным кабелем, изготавливаемым в двух вариантах. Первый вариант имеет очищенные облуженные концы, а второй — стандартный миниатюрный электрический соединитель и зажимной колпачок. Резьба на шарнире стойки равна 3/8". Микрофон работает в номинальном диапазоне рабочих частот и может быть отнесен к микрофонам группы сложности 2. Частотная характеристика микрофона приведена на рис. 2.55. Характеристика направленности микрофона имеет вид кардиоиды (рис. 1.3, *в*, *г*). Основные электроакустические параметры и технические характеристики микрофона приведены в табл. 2.3.

AMD-460(AMD-410N)

Изготавливается микрофон предприятием «Тесла-Электроакустика» в комплекте, состоящем из собственно микрофона AMD-410N, шарнира AYM-305 и соединительного микрофонного кабеля AYM-325. Микрофон AMD-410N предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в любых помещениях и на открытых площадках. Микрофон используется для озвучивания залов при выступлении ВИА и музыкальных коллективов, а также художественных ансамблей при трансляции речи, пения, музыкальных программ. Микрофон имеет высокие электроакустические показатели, обеспечивает уменьшение опасности возникновения акустических завязок возбуждения в тех помещениях, где приходится воспроизводить высокие уровни. Микрофон AMD-410N является универсальным и может быть подключен к большинству современных типов магнитофонов, усилителей, музыкальных центров, студийных устройств. Характеристика направленности микрофона имеет вид кардиоиды (рис. 1.3, *в*, *г*). Электроакустические параметры микрофона приведены в табл. 2.3. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона AMD-460 (AMD-410N) приведены на рис. 2.56. Частотная характеристика чувствительности микрофона и диаграмма направленности приведены на рис. 2.57 и 2.58.

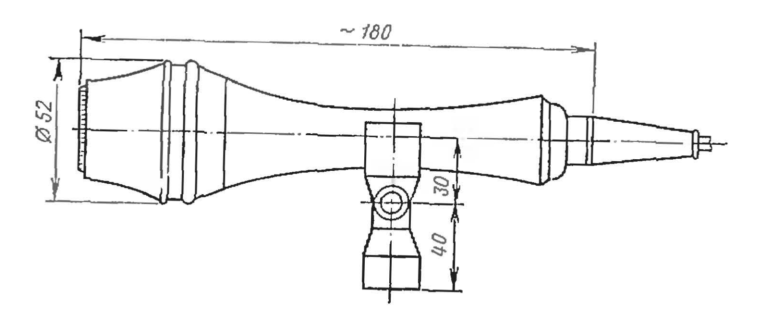


Рис. 2.56. Общий вид микрофона AMD-460 (AMD-410N)

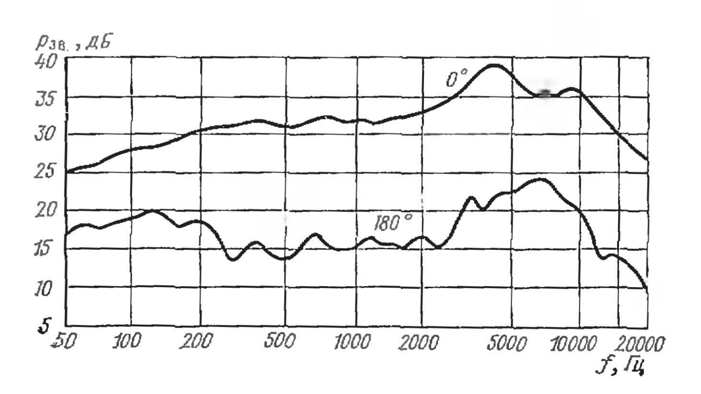


Рис. 2.57. Частотная характеристика микрофона AMD-460 (AMD-410N)

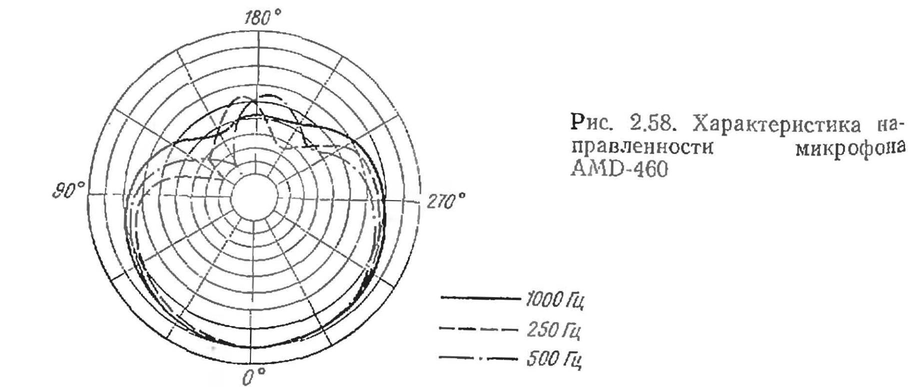


Рис. 2.58. Характеристика направленности микрофона AMD-460

AMD-461

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон AMD-461 изготавливается предприятием «Тесла-Электроакустика». В комплект его поставки входят: микрофон AMD-411N, стойка с шарниром AYM-305, соединительный микрофонный кабель AYM-325 и ветрозащитный экран AYM-427. Микрофон предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления речи и музыки в любом помещении и на открытых площадках. Микрофон относится к числу профессиональных, и его главное назначение — это организация озвучивания залов и студий при выступлениях ВИА, музыкальных коллективов, а также при проведении совещаний, конференций, заседаний и т. д. При записи музыки микрофон можно подключать к транзисторным магнитофонам, усилителям звуковой частоты, к студийной аппаратуре и музыкальным центрам. Высокие характеристики микрофона позволяют применять микрофон при выступлениях ВИА, работающих с большими уровнями сигналов, при этом опасность акустических завязок возбуждения не возникает. Ветрозащитный экран позволяет применять микрофон на открытых площадках, стадионах, ипподромах, площадях и улицах.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона AMD-461 приведены на рис. 2.59. Схема подключения микрофона к электрическому соединителю приведена на рис. 2.60. Электроакустические параметры микрофона AMD-461 приведены в табл. 2.3.

AMD-465

Электродинамический микрофон AMD-465 отличается от рассмотренного выше микрофона AMD-461 составом комплекта поставки и некоторыми электроакустическими характеристиками. В частности, вместо микрофона AMD-411N применен односторонне направленный катушечный микрофон AMD-415N, к микрофону может быть подключен удлинительный кабель длиной до 100 м. Об-

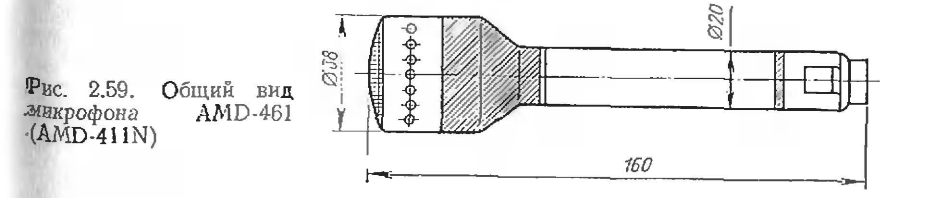


Рис. 2.59. Общий вид микрофона AMD-461 (AMD-411N)

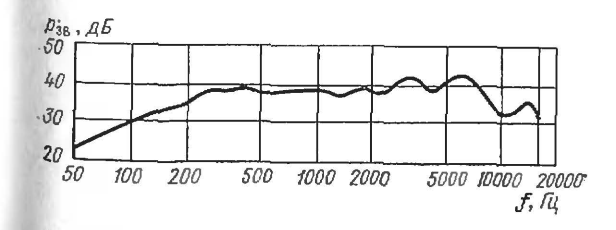


Рис. 2.60. Частотная характеристика микрофона AMD-461 (AMD-411N)

щий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона AMD-465 приведены на рис. 2.59. В комплект поставки входит также ветрозащитный экран.

Расширенный диапазон рабочих частот и более высокие электроакустические параметры микрофона AMD-415N дают возможность увеличить сферу применения микрофона различными художественными коллективами, ВИА, музыкантами и певцами, а хорошие органолептические и эстетические показатели определяют его использование в студиях телевидения и радиовещания. Конструкция микрофона, расположение второго акустического входа, использование ветрозащитного экрана и применение новых материалов для его изготовления значительно уменьшают возможность возникновения акустических завязок и обратных электроакустических связей, когда исполнители работают с большими уровнями сигнала. Основные электроакустические параметры и другие важнейшие технические характеристики микрофона AMD-465 (AMD-415N) приведены в табл. 2.3. Частотная характеристика чувствительности микрофона почти такая же, как для микрофона AMD-411N (рис. 2.60). Диаграмма направленности микрофона имеет вид суперкардиоиды (рис. 1.3).

Электрическая схема подключения микрофона к встроенному электрическому соединителю приведена на рис. 2.1, *а*, она соответствует общепринятым соединениям, а это позволяет подключать микрофон ко всем отечественным магнитофонам, ламповым и транзисторным усилителям звуковой частоты и другой РЭА.

MD-21N

Электродинамический односторонне направленный катушечный микрофон MD-21N изготавливается фирмой «Тесла-Электроакустика» в одном конструктивном исполнении для профессиональных целей. Микрофон предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в помещениях. Основное назначение микрофона — передача репортажей и художественных произведений из студий, театров и концертных залов. Современное эстетическое исполнение микрофона позволяет применять его при различных телевизионных передачах. Головка микрофона содержит подобранные по качеству микрофон-

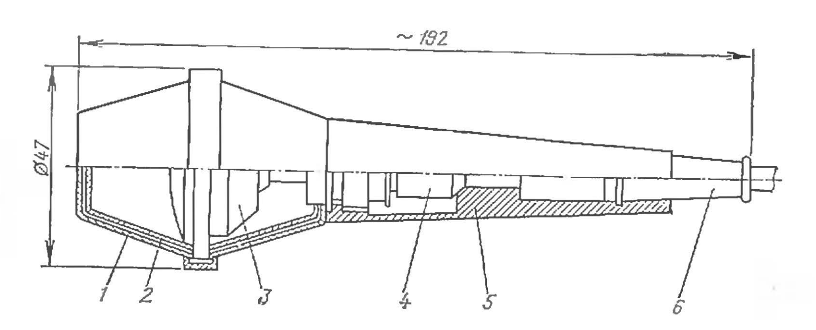


Рис. 2.61. Общий вид микрофона MD-21N:
1 — кожух защитный; *2* — внутренний экран; *3* — капсюль микрофонный; *4* — соединитель; *5* — рукоятка конусная; *6* — штуцер резиновый

ные капсюли типа MDK-11; она присоединяется к микрофонной рукоятке резьбой. В конусообразную рукоятку встроен миниатюрный электрический соединитель, который позволяет сменять головку микрофона. В комплекте поставки микрофона входит удлинитель типа DM-521, который присоединяется к стойке резьбой с шагом 3/8", а к микрофону — самозапирающимся пружинным конусообразным гнездом. Удлинитель обеспечивает микрофону необходимую степень свободы. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона MD-21N приведены на рис. 2.61. Схема соединения микрофона с электрическим разъемом приведена на рис. 2.1, *а*. Схематическое устройство MD-21N соответствует схеме на рис. 1.1, *а*. Микрофон относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, схема которого приведена на рис. 1.2, *б*.

По признаку направленности частотной характеристики микрофон MD-21N относится к группе односторонне направленных микрофонов, имеющих кардиоидную диаграмму (рис. 1.3, *в*).

MD-801N

Электродинамический односторонне направленный микрофон MD-801N изготавливается в Болгарии фирмой «Бытовая электроника» для условий эксплуатации в умеренно-холодном климате. Микрофон поступает потребителю укомплектованным ветрозащитным экраном, соединительным микрофонным кабелем длиной до 5 м, универсальным шарниром и электрическим соединителем.

Электродинамический микрофон MD-801N предназначен для магнитофонных записей, передачи звука на открытых пространствах, местного радиовещания, организации диспетчерской и служебной связи. Микрофон обеспечивает прием, передачу, звукозапись и звукоусиление музыки и речи в номинальном диапазоне рабочих частот. По своим электроакустическим параметрам и техническим характеристикам микрофон MD-801N может быть отнесен к изделиям высшей категории сложности. Микрофон может быть использован для студийно-технических целей — для диктора и репортера, а также при телевизионных передачах. Микрофон по характеристике направленности является микрофоном-приемником градиента звукового давления, схематически устройство которого рассмотрено на рис. 1.2, *б*. Электрическая схема подключения микрофона к электрическому соединителю приведена на рис. 2.1, *а*. Электроакустические параметры и технические характеристики микрофона MD-801N приведены в табл. 2.3. Типовая характеристика чувствительности микрофона приведена на рис. 2.62.

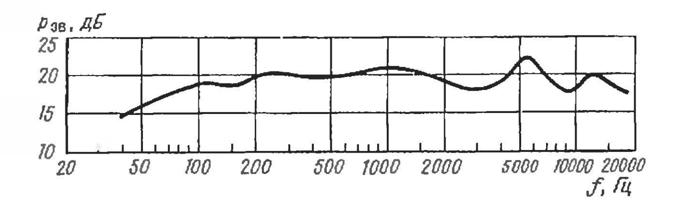


Рис. 2.62. Частотная характеристика микрофона MD-801N

2.4. Микрофоны динамические малогабаритные

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Промышленностью изготавливается большое количество малогабаритных микрофонов бытового и общепромышленного назначения, используемых для звукозаписи, звукопередачи, звукоусиления и служебной связи в комплекте с РЭА бытового и профессионального назначения. Область применения этих микрофонов имеет широкие границы в различных отраслях народного хозяйства. Наиболее широкое применение получили микрофоны для телефонных аппаратов. К таким микрофонам относятся МДМ-1—МДМ-5, МК-16, ММ и др. Микрофоны этой группы имеют достаточно высокие технические характеристики, высокую надежность при эксплуатации и технологически отработанные в производстве конструкции. Выпускаемые промышленностью микрофоны изготавливаются по четырем группам сложности: 0, 1, 2 и 3, нормированные значения параметров которых приведены в табл. 1.5. Микрофоны малогабаритные групп сложности 0—2 предназначены для звукопередачи, звукозаписи и звукоусиления музыки и речи, а группы сложности 3 — для звукопередачи, звукозаписи и звукоусиления речи. Микрофоны эксплуатируются при различных воздействиях внешних факторов: климатических, механических, биологических и других при сохранении электроакустических параметров в пределах норм, установленных нормативно-технической документацией и государственными стандартами. Основные электроакустические параметры и технические характеристики микрофонов электродинамического типа рассмотрены в гл. 1 и § 2.1.

МДМ-1

Микрофон динамический малогабаритный МДМ-1 применяется для приема, передачи и звукоусиления речи в составе гарнитур общего и промышленного назначения и устройств электроакустической и РЭА, в микрофонных усилителях. Микрофон может быть использован в радиолюбительских электронных конструкциях, а также в различных переговорных устройствах широкого применения.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МДМ-1 приведены на рис. 2.63. Промышленностью изготавливается один тип микрофона первой разработки по конструкторской документации и в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—84. Микрофон относится к четвертому поколению электронных изделий и сочетается с РЭА, выполненной полностью на полупроводниковых приборах (ПП) и интегральных микросхемах (ИС). Массогабаритные характеристики микрофона соответствуют повышенным органолептическим требованиям.

Условное обозначение микрофона включает в свой состав буквенно-цифровой код МДМ-1, который обозначает: микрофон динамический малогабаритный первого конструктивного исполнения; обозначение стандарта или ТУ, по которым осуществляется приемка готовых изделий.

Конструкция микрофона и технология его изготовления обеспечивают устойчивую эксплуатацию в условиях повышенной, пониженной температур, по-

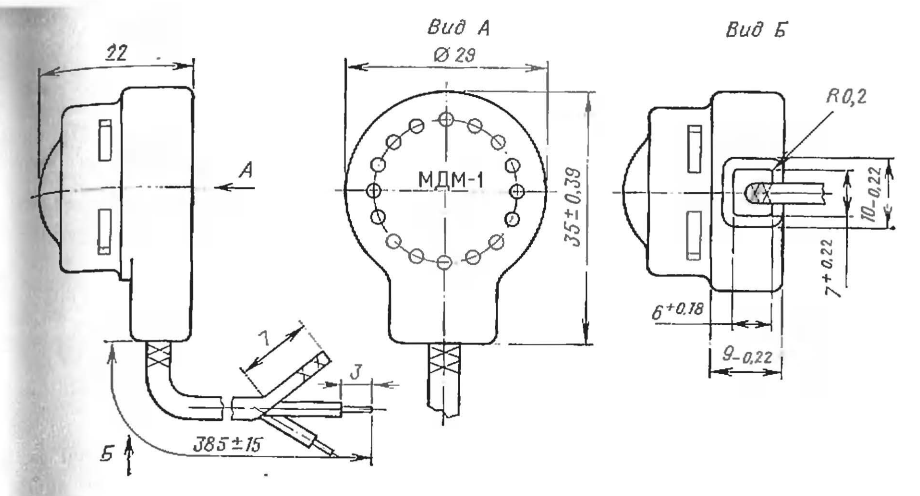


Рис. 2.63. Общий вид микрофона МДМ-1

вышенной относительной влажности, а также механических нагрузок. Воздействия ударных и вибрационных нагрузок при любом пространственном расположении микрофона МДМ-1 приведены в табл. 2.4 и соответствуют жестким условиям эксплуатации. В корпус микрофона вмонтирован соединительный кабель, разводка второго конца которого указана на рис. 2.63.

Таблица 2.4. **Допустимые вибрационные и ударные нагрузки при эксплуатации МДМ-1**

Фиксированная частота, Гц	Вибрационные нагрузки с ускорением, м/с² (g)	Амплитуда, мм	Длительность ударного импульса, мс, не более	Общее число ударов в трех направлениях	Продолжительность действия в любом направлении, ч
10	98,1 (10)	2,5	5...20	60000	2
13	98,1 (10)	2,5	5...20	60000	2
16	49,1 (5)	2	40...60	120000	4
18	49,1 (5)	1,6	40...60	120000	3
24	49,1 (5)	0,9	40...60	120000	3
36	29,4 (3)	0,4	—	—	3
48	29,4 (3)	0,2	—	—	3
72	29,4 (3)	0,1	—	—	2
100	19,6 (2)	0,1	—	—	0,5
144	19,6 (2)	0,1	—	—	0,5
200	19,6 (2)	0,1	—	—	0,5
288	19,6 (2)	0,1	—	—	0,5

Малогабаритный микрофон МДМ-1 обеспечивает высокое качество передачи речи и ее разборчивость при органолептическом методе определения. Для данного микрофона осевая избирательность к сферическому полю определяется по формуле $N=20\lg M_{сф}/M_{пл}$, где $M_{сф}$ — парафоническая чувствительность микрофона на частоте 150 Гц; $M_{пл}$ — чувствительность микрофона по свободному

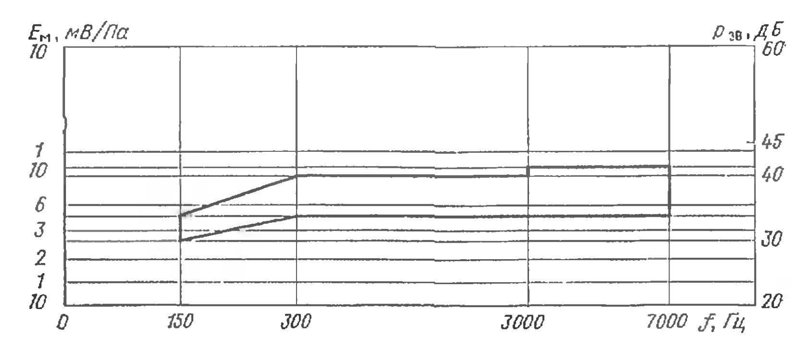


Рис. 2.64. Область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-1

полю на частоте 150 Гц. Акустическая асимметрия микрофона определяется по формуле $\Delta M = (M_{max} - M_{min})100/M_{max}$, где M_{max}, M_{min} — чувствительности микрофона по фронту и срезу.

Электроакустические параметры измерены при нормальных климатических условиях. При этом основные параметры микрофона имеют следующие допустимые отклонения от номинального значения по:

Чувствительности микрофона на 150 Гц, дБ	±2
Электрическому сопротивлению:	
изоляции, %	±20
постоянному току, %	±10
по пониженному атмосферному давлению, % . . .	±10

Допускаемая область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-1 приведена на рис. 2.64.

Основные параметры микрофона МДМ-1:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	150 ... 7000
Парафоническая чувствительность в режиме х.х в свободном поле при 1000 Гц, мВ/Па	0,8 ... 1,4
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне 150 ... 7000 Гц, дБ, не более	12
Осевая избирательность к сферическому полю на 150 Гц, дБ, не менее	10
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±50
Электрическое сопротивление изоляции между любой токонесущей жилой и экраном соединительного шнура, МОм:	
в нормальных климатических условиях, не менее . .	50
при повышенной температуре окружающей среды, не менее	5
при повышенной относительной влажности, не менее	0,5
Максимальное напряжение от звукового генератора частотой 1000 Гц, В	0,5
Условия эксплуатации:	
температура, °С:	
повышенная рабочая	40

повышенная предельная	50
пониженная рабочая	—50
пониженная предельная	—60
транспортированная в упаковке	—60
многократное циклическое воздействие, °С	—60 ... +50
относительная влажность воздуха при 40° С, %, не более	98
атмосферное давление, кПа	53,6 ... 107 (400 ... 800 мм рт. ст.)
Масса, г, не более	34
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	12 500
Срок службы, лет, не менее	10

МДМ-2

Микрофон динамический малогабаритный МДМ-2 предназначен для работы в аппаратуре связи, обеспечивает прием, передачу и звукоусиление речи оператора в номинальном диапазоне частот, применяется в составе гарнитур общего и промышленного назначения, в микрофонных усилителях, в электромегафонах, в составе устройств электроакустической аппаратуры и РЭА. Микрофон может быть использован в любительских конструкциях.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МДМ-2 приведены на рис. 2.65. Промышленностью изготавливается один тип микрофона во влагозащищенном и противоударном исполнении. Микрофон МДМ-2 имеет высокие технические характеристики и органолептические показатели, позволяющие отнести его к четвертому поколению радиоэлектронных изделий, работающих совместно с РЭА, выполненной на современной элементной базе — ПП и ИС. От микрофона МДМ-1 рассматриваемый микрофон отличается не только конструкцией корпуса, но и расположением и формой второго входного отверстия. По своей конструкции микрофон относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, принцип действия которых рассмотрен в гл. 1. Массогабаритные характеристики МДМ-2 соизмеримы с параметрами МДМ-1.

Изготавливается микрофон с вмонтированным в корпус присоединительным шнуром, разделка второго конца которого приведена на рис. 2.65. Схематически устройство микрофона электродинамического типа показано на рис. 1.1, *а*. Схема приема акустических волн микрофоном-приемником градиента звукового давления приведена на рис. 1.2, *б*.

Допускаемая область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-2 приведена на рис. 2.64. Микрофон имеет высокие показатели надежности и долговечности. Включение микрофонов МДМ-2, при воздействии ударных нагрузок, влаги, циклического изменения температур, а также в нормальных климатических условиях осуществляется путем подачи на выход каждого микрофона напряжения шумового сигнала 20 ... 40 мВ в диапазоне частот не уже 150 ... 7000 Гц и не шире 40 .... 12 000 Гц, при этом микрофон работает как узлучатель. Схемы подключения соединительного шнура к электрическим соединителям рассмотрены на рис. 2.1. Электроакустические параметры микрофона остаются в пределах допусков при эксплуатации в жестких климатических условиях.

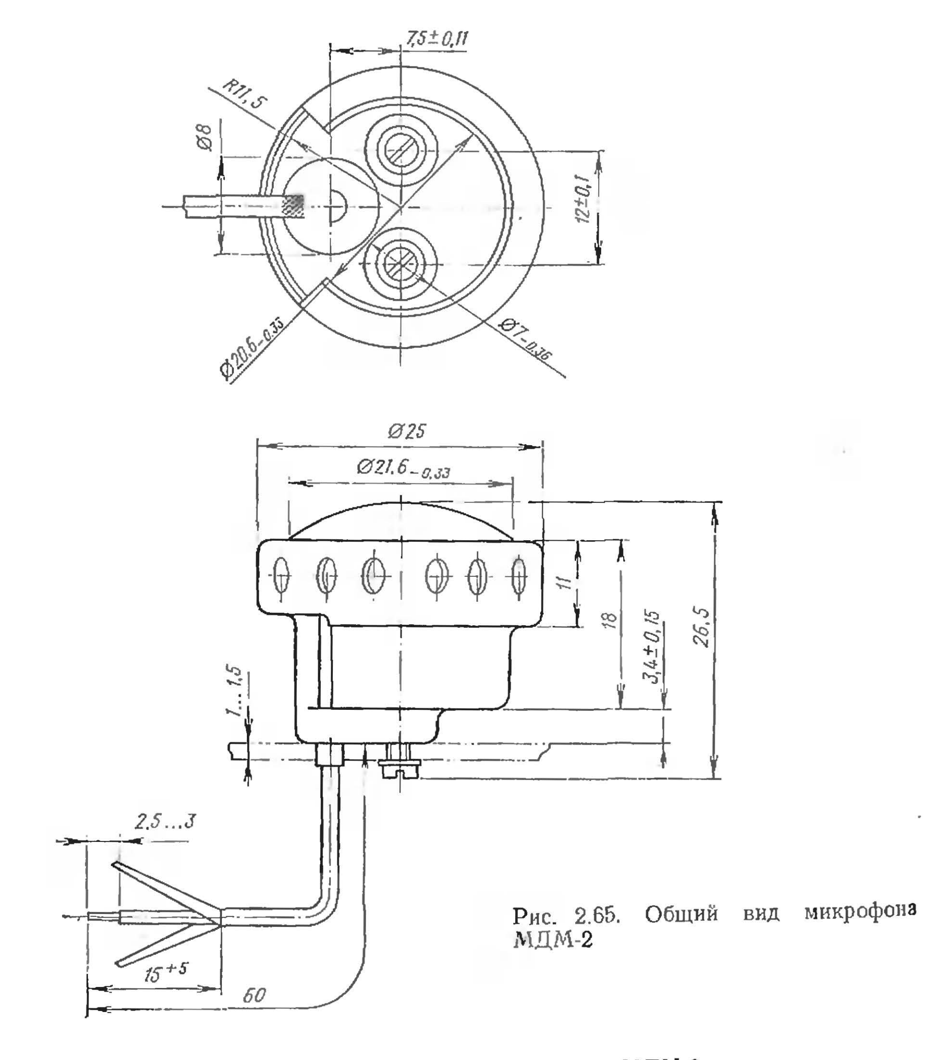


Рис. 2.65. Общий вид микрофона МДМ-2

Основные параметры микрофона МДМ-2:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	150 ... 7000
Парафоническая чувствительность на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	0,8
Осевая избирательность к сферическому полю на 150 Гц, дБ, не менее	10
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250±50
Электрическое сопротивление изоляции между любой жилой и экраном шнура, МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	50

при повышенной температуре	10
при повышенной относительной влажности .	0,5
Условия эксплуатации:	
температура, °C	+50 ... —50
относительная влажность, воздуха при 40° C, %, не более	98
Масса, г, не более	35
Длина шнура, мм	45; 60
Средняя наработка на отказ при риске заказчика 0,2, ч	15 000
Срок службы, ч, не менее	5000

МДМ-4

Малогабаритный динамический микрофон МДМ-4 предназначен для приема, передачи и звукоусиления речи, для организации диспетчерской и специальной связи. Широко применяется в связной РЭА общего и промышленного назначения, гарнитурах, микрофонных усилителях, электромегафонах и т. д. Микрофон обеспечивает высококачественную передачу речи в диапазоне 150... ...7000 Гц, относится к изделиям четвертого поколения, которые совместимы с РЭА, выполненной на ПП, ИС и БИС. Микрофон может быть использован в радиолюбительских конструкциях оперативной связи.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МДМ-4 приведены на рис. 2.66. Промышленностью изготавливается один типоразмер микрофона. Микрофон изготавливается в герметичном, влагозащищенном исполнении, обеспечивающем эксплуатацию МДМ-4 при температуре —50 ... 50° C и относительной влажности до 98% при температуре не выше 35° C. Микрофон МДМ-4 — это микрофон профессиональный, электродинамический, узкополосный, одностороние направленный. Он является микрофоном-приемником градиента звукового давления и по шумозащищенности относится к микрофонам обычного исполнения. Микрофон МДМ-4 не имеет соединительного шнура, его выход заканчивается электрическим соединителем, имеющим три контактных гнезда.

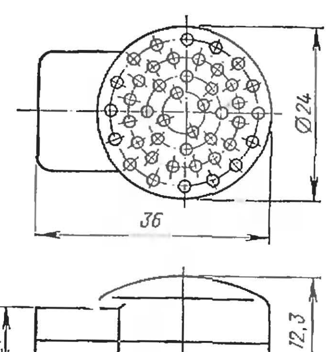
Микрофон имеет два акустических входа в виде рядов отверстий, расположенных с двух сторон корпуса. С внутренней стороны отверстия закрыты сеткой.

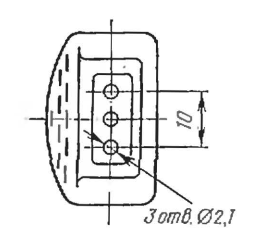
Допускаемая область частотной характеристики МДМ-4 приведена на рис. 2.67. Схематически устройство микрофонов приведено на рис. 1.1. Схема приема акустических волн микрофоном-приемником градиента звукового давления показана на рис. 1.2,*б*. Типовые диаграммы направленности микрофонов рассмотрены на рис. 1.3,*а*, схематическое устройство — на рис. 2.2.

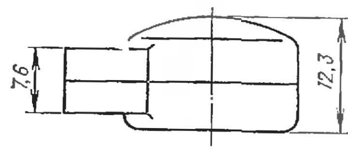
Частотная характеристика парафонической чувствительности микрофона обеспечивается во всем номинальном диапазоне рабочих частот на фиксированных частотах 150; 200; 250; 315; 400; 500; 800; 1000; 1600; 3000; 2500; 3150; 400; 5000 и 7000 Гц.

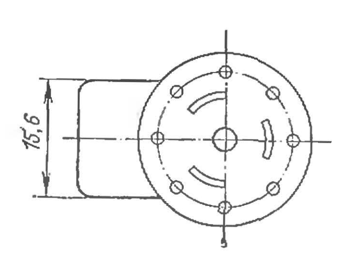
Осевая избирательность микрофона к сферическому полю определяется по формуле $N=20\lg M_{сф}/M_{пл}$, где $M_{сф}$ — чувствительность микрофона на 150 Гц; $M_{пл}$ — чувствительность микрофона по свободному полю на 150 Гц.

Микрофон имеет повышенные показатели надежности и долговечности.









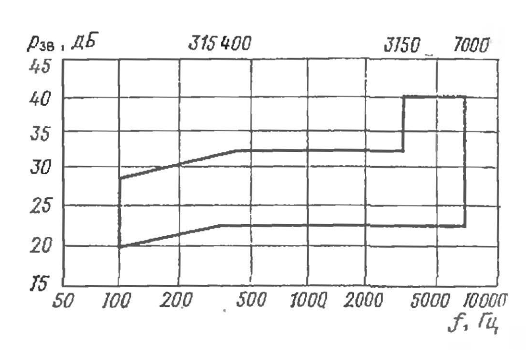


Рис. 2.66. Общий вид микрофона МДМ-4

Рис. 2.67. Область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-4

Основные параметры микрофона МДМ-4:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц . . .	150 ... 7000
Парафоническая чувствительность на 1000 Гц в режиме х.х в свободном поле, мВ/Па	0,35 ... 0,9
Осевая избирательность к сферическому полю на 150 Гц, дБ, не менее	10
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	250 ... 350
Электрическое сопротивление изоляции между контактами катушки и контактом «земля», МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях . . .	50
при повышенной температуре	10
при повышенной относительной влажности и повышенной температуре	0,5
Допускаемое напряжение между токоведущими контактами и контактом «земля», В	220 ± 10
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 20 ... 200 Гц с ускорением, м/с^2, не более	49,05 (5g)
линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, м/с^2, не более	39,2 (4g)
смена температур (многократное циклическое воздействие), °С	—60 ... +65

пониженное атмосферное давление, кПа . . .	23 (170 мм рт. ст.)
Масса, г, не более	20
Средняя наработка на отказ, ч	15 200 ... 18 000
Срок службы, лет, не более	10

МДМ-5

Микрофон электродинамический малогабаритный МДМ-5 предназначен для работы с аппаратурой связи (например, «Марс-ВМ» в предельных условиях эксплуатации). Микрофон МДМ-5 используется для приема, передачи и звукоусиления речи в номинальном диапазоне частот. Микрофон может быть использован в любительских конструкциях, переговорных устройствах, электромегафонных и прочих устройствах, а также в гарнитурах общего и промышленного применения, работающих в зонах холодного и очень холодного климата.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МДМ-5 приведены на рис. 2.68. Промышленностью изготавливается один типоразмер микрофона. Габаритные размеры микрофона не превышают значений, указанных на рис. 2.68. Массогабаритные характеристики и электроакустические параметры микрофона МДМ-5 соответствуют повышенным органолептическим и эргономическим требованиям. Микрофон относится к четвертому поколению изделий и применяется в РЭА, выполненной на ПП, ИС и БИС. Конструкция микрофона и технология его изготовления позволяют использовать микрофон в районах Крайнего Севера и высокогорных районах. По своему конструктивному исполнению микрофон МДМ-5 относится к микрофонам-приемникам градиента звукового давления, которые имеют два входа акустического сигнала. Первый акустический вход выполнен в виде концентрически расположенных на верхней крышке отверстий, второй расположен на боковой поверхности корпуса микрофона. Схематически устройство микрофона электродинамического типа приведено на рис. 1.1,*а*. Схема приема акустических волн микрофоном-приемником градиента звукового давления рассмотрена на рис. 1.2,*б*. Типовая диаграмма направленности микрофона приведена на рис. 1.3. Конструкция электродинамического микрофона в общем виде рассмотрена на рис. 2.2.

Соединительный шнур микрофона вмонтирован в корпус, соединен с выводами звуковой катушки. На втором конце кабеля смонтирован электрический соединитель типа РГ1Н-1-1. Схема распайки микрофона на соединитель приведена на рис. 2.69. В РЭА микрофон крепится с помощью фланца винтами М4.

Допускаемая область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-5 приведена на рис. 2.70. Частотная характеристика микрофона обеспечивается во всем диапазоне рабочих частот в нормальных климатических условиях на частотах 150; 200; 250; 315; 500; 800; 1000; 1600; 2000; 3150; 4000; 5000 и 7000 Гц. Парафоническая чувствительность микрофона определяется при звуковом давлении до 3 Па (ГОСТ 16123—88). Осевая избирательность микрофона к сферическому полю на одном и том же сопротивлении нагрузки производится по формуле $N_{ос}=20\lg E_{сф}/E_{пл}$, где $E_{сф}$ — чувствительность микрофона на 100 Гц, измеренная в заглушенной камере. Микрофон имеет повышенные показатели надежности и долговечности. Вибрационные нагрузки показаны в табл. 2.5.

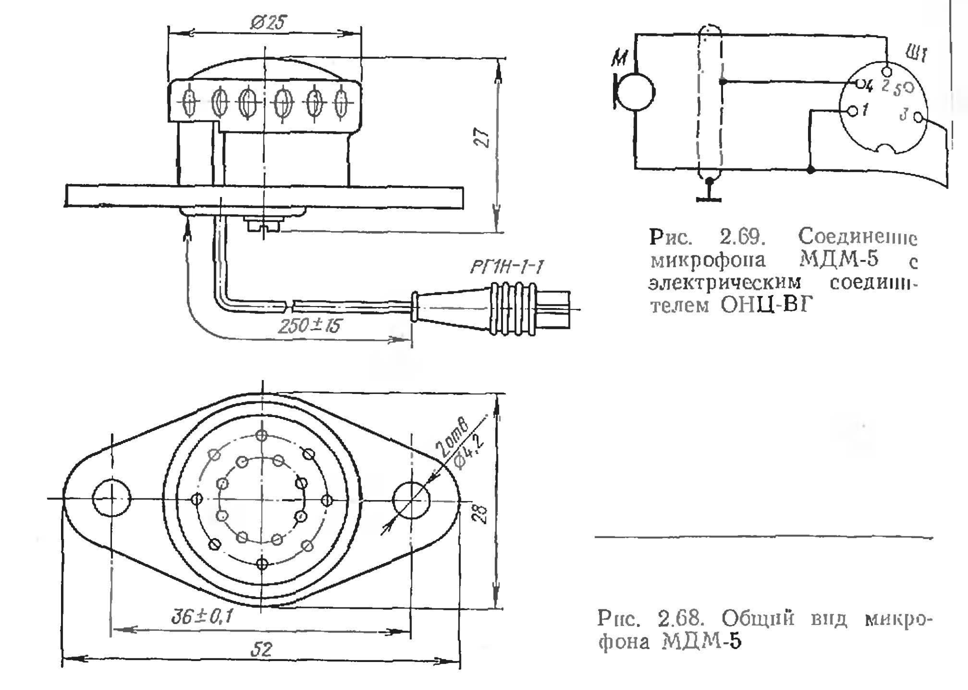


Рис. 2.69. Соединение микрофона МДМ-5 с электрическим соединителем ОНЦ-ВГ

Рис. 2.68. Общий вид микрофона МДМ-5

Таблица 2.5. **Допускаемые механические нагрузки на микрофон МДМ-5**

Фиксированная частота, Гц	Ускорение, м/с² (g)	Амплитуда, мм	Продолжительность воздействия, ч
18	—	0,5	15
18	—	0,7	4
24	—	0,5	11
24	—	0,7	4
36	—	0,3	9
36	—	0,5	3
48	—	0,3	8
48	20,4 (3)	0,5	3
72	49,1 (5)	Соответствует	5
72	49,1 (5)	ускорению	2
100	49,1 (5)		3
144	49,1 (5)	То же	1
200	49,1 (5)	—«—	1
288	49,1 (5)	—«—	1

Основные параметры микрофона МДМ-5

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц . . . . . . 150 ... 7000
Граничный диапазон частот, Гц . . . . 40 ... 12 000
Чувствительность на 1000 Гц в режиме х.х, мВ/Па, не менее 0,8

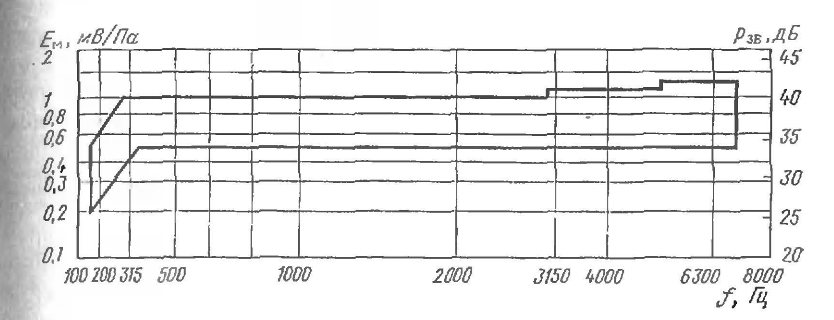


Рис. 2.70. Область частотной характеристики чувствительности микрофона МДМ-5

Осевая избирательность к сферическому полю на 1000 Гц, дБ, не менее	16
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	220 ... 350
Сопротивление изоляции между контактами катушки и контактом «земля», МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	50
при повышенной температуре	5
при повышенной влажности	0,5
Условия эксплуатации:	
температура, °С	
повышенная рабочая	40
повышенная предельная	60
пониженная рабочая	—50
пониженная предельная	—60
транспортирования в упаковке	—60
относительная влажность воздуха при 40° С, %	98
пониженное атмосферное давление воздуха, Па	2000 ... 26630 (15 ... 200 мм рт. ст)
иней и роса	Допускаются
линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, м/с², не более	39,24 (4g)
Масса, г, не более	35
Длина кабеля, мм	235 ... 265
Вероятность безотказной работы микрофона при риске заказчика ρ=0,2 в нормальных условиях эксплуатации, не менее	0,9
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	15 000
Срок службы, г, не менее	10

МДК-1А

Электродинамический малогабаритный капсюльный микрофон МДК-1А предназначен для работы в аппаратуре связи, обеспечивает прием, передачу и звукоусиление речи в номинальном диапазоне рабочих частот, относится к числу профессиональных микрофонов специального применения. Микрофон может быть использован в любительских конструкциях.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона МДК-1А приведены на рис. 2.71. Промышленностью изготавливается один типоразмер

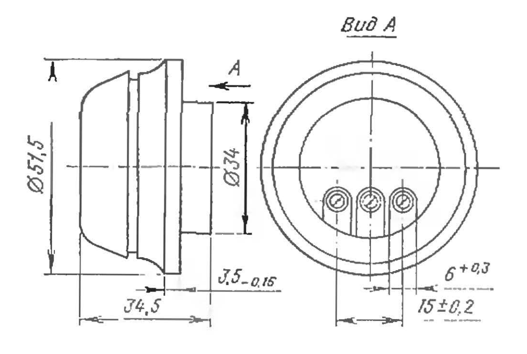


Рис. 2.71. Общий вид микрофона МДК-1А

микрофона. По своим массогабаритным характеристикам и электроакустическим параметрам микрофон МДК-1А относится к третьему поколению изделий, соответствует повышенным органолептическим и эргономическим требованиям. Условно микрофон может быть отнесен к радиоэлектронным изделиям группы сложности 3. Микрофон по конструктивному исполнению относится к микрофонам-приемникам звукового давления, имеющим один акустический вход. Схематическое устройство микрофона электродинамического типа рассмотрено на рис. 1.1, *а*. Схема приема акустических волн приведена на рис. 1.2. Конструкция микрофона показана на рис. 2.2. Конструктивно акустический вход микрофона выполнен в виде концентрически расположенных отверстий в корпусе. Микрофон имеет три выходных вывода, соединенных с выводами звуковой катушки и «землей».

Допускаемая область частотной характеристики чувствительности микрофона МДК-1А приведена на рис. 2.72. Чувствительность микрофона определяется на частотах 70; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1100; 1200; 1300; 1500; 1650; 1800; 2000; 2250; 2500; 2750; 3000; 3300; 3600; 4000; 4500; 5000; 5500; 6000; 6600; 7300 Гц, вычерчивается в логарифмическом масштабе на прозрачной бумаге, накладывается на график с допускаемой областью частотной характеристики и определяется соответствие требованиям ГОСТ 16123—88. Модуль полного электрического сопротивления микрофона определяется методом замещения при подаче на микрофон 20 мВ с частотой 1000 Гц.

Электроакустические параметры микрофона МДК-1А практически сохраняют свои значения после воздействия климатических нагрузок.

Номинальное значение чувствительности микрофона не более 1,2 мВ/Па, но ТУ предусмотрен выпуск микрофонов с чувствительностью на 1000 Гц в пределах 1,5 ... 2 мВ/Па.

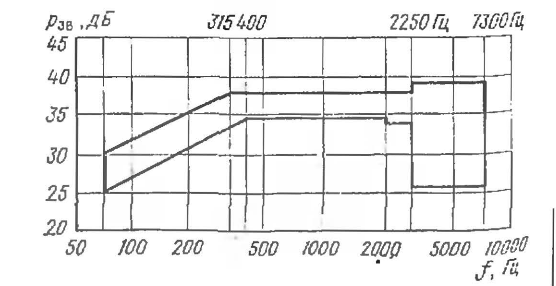


Рис. 2.72. *Область частотной характеристики чувствительности микрофона МДК-1А*

Схемы соединения микрофона с кабелем и электрическим соединителем рассмотрены на рис. 2.1.

Основные параметры микрофона МДК-1А:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	70 ... 7500
Чувствительность в свободном поле в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не более	1,2
Разность между интегральными уровнями в двух полосах частот 3000 ... 3600 Гц и 5000 ... 7300 Гц, дБ, не более, интервала шириной	7
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц в пределах допуска, Ом	80±10
Предельное напряжение изоляции между выводом «земля» и выводами катушки (1 мин; 50 Гц), В, не более	220
Сопротивление изоляции между любыми выводами катушки и выводом «земля», МОм, не менее	10
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 10 ... 70 Гц с ускорением, м/с², не более	19,6 ... 34,3 (2 ... 3,5*g*)
ударные нагрузки при ускорении 78,4 м/с² (8*g*), удары	2000
температура, °C:	
рабочая	—10 ... +50
пониженная предельная	—50
повышенная предельная	65
смена температур	—50 ... +65
относительная влажность воздуха при 40° С, %, не более	98
Масса, г, не более	125
Средняя наработка на отказ микрофона, ч	15 000
Срок службы микрофона, г, не менее	10

МДК-2

Электродинамический односторонне направленный малогабаритный шумостойкий микрофон МДК-2 предназначен для работы в аппаратуре связи, применяется для комплектации микротелефонных трубок, используемых в телефонных аппаратах. Микрофон может быть применен в любительских радиоэлектронных конструкциях, электронные схемы которых собраны на ПП, ИС и БИС. Микрофон МДК-2 обеспечивает прием, передачу и звукоусиление речи в условиях повышенного шума в помещениях и на открытых площадках в жестких условиях эксплуатации.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МДК-2 приведены на рис. 2.73. Схематическое устройство микрофонов, классифицированных по способу преобразования колебаний, рассмотрено на рис. 1.1. Конструкция электродинамического катушечного микрофона рассмотрена на рис. 2.2. Капсюль микрофона заключен в корпус из ударопрочной пластмассы. Акустический вход расположен на крышке, выполнен в виде концентрически расположенных отверстий, закрытых звукопроницаемой сеткой. На тыльной стороне микрофона расположены три вывода от звуковой катушки и «земли», к которым подключается соединительный шнур с помощью винтов М2,5.

По своему конструктивному исполнению микрофон относится к изделиям третьего поколения, технические характеристики которого укладываются в нор-

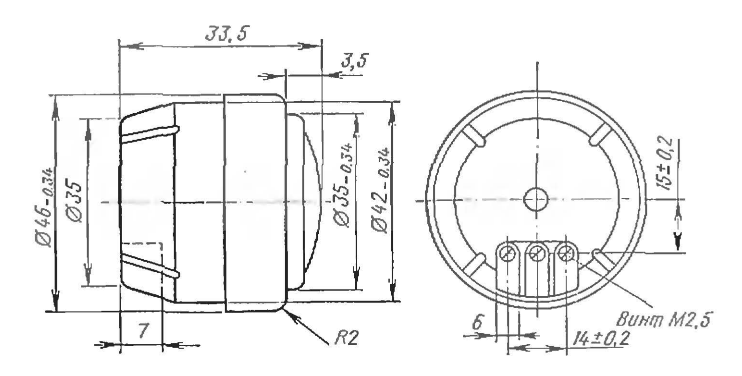


Рис. 2.73. Общий вид микрофона МДК-2

мы группы сложности 3. Микрофон относится к неремонтируемым изделиям. Конструкция микрофона и технология его изготовления обеспечивают его эксплуатацию в экстремальных условиях внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и др. Микрофон может устойчиво работать при вибрационных нагрузках, в условиях пониженных атмосферного давления и температур, при наличии морского тумана и т. д. Сокращенное обозначение микрофона состоит из букв МДК — микрофон динамический капсюльный и цифры 2 — номер конструктивного исполнения.

Частотная характеристика микрофона в номинальном диапазоне частот приведена на рис. 2.74. Чувствительность микрофона контролируется на частотах 70; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1100; 1200; 1350; 1500; 1650; 1800; 2000; 2260; 2500; 2750; 3000; 3300; 3600; 4000; 4500; 5000; 5500; 6000, 6600; 7300 Гц.

Массогабаритные характеристики микрофона определяются конструкцией и областью применения.

Основные параметры микрофона МДК-2:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	70 ... 7300
Чувствительность на 1000 Гц в режиме х.х, мВ/Па, не менее	1,1

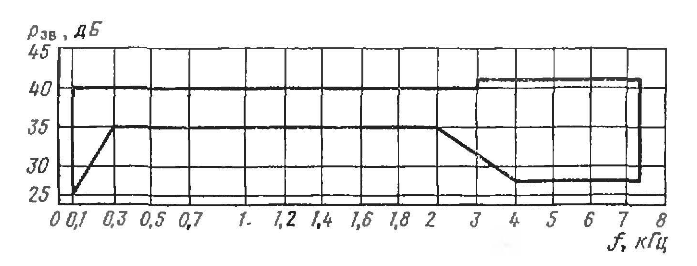


Рис. 2.74. Область частотной характеристики чувствительности микрофона МДК-2

Чувствительность на 100 Гц в режиме х.х и плоском звуковом поле ниже чувствительности микрофона на той же частоте в сферическом поле, дБ, не менее	16
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	100±20
Предельное напряжение изоляции между выводом «земля» и выходными выводами катушки с частотой 50 Гц, В	220
Сопротивление *изоляции между любым выводом и корпусом*, МОм, не менее	20
Условия эксплуатации:	
синусоидальная нагрузка, Гц	5 ... 25
ударная нагрузка с пиковым ускорением 147 м/с², ударов	15 000
температура, °С:	
рабочая	—10 ... +40
предельная	—50 ... +65
смена температур	—50 ... +65
пониженное атмосферное давление воздуха, Па . .	1,2·10⁴ (90 мм рт. ст.)
относительная влажность воздуха при 40° С, % . .	95 ... 98
иней и роса	Допускаются
вибрационные нагрузки на частоте 20 ... 25 Гц с ускорением, не более	19,6 м/с² (2*g*)
Масса, г, не более	100
Средняя наработка до отказа, ч	50 000
Средний срок службы, лет, не менее	10
Гамма-процентный срок сохраняемости при γ=95%, г, не менее	3

ММ-5

Электродинамический миниатюрный микрофон ММ-5 предназначен для приема, передачи и звукоусиления речи в номинальном диапазоне рабочих частот 500 ... 5000 Гц. Применяется микрофон как комплектующее изделие в составе различной радиоэлектронной аппаратуры промышленного и бытового назначения, а также для организации связи в студиях при проведении радио- и телевизионных передач. Микроминиатюрное исполнение микрофона и его высокие эргономические параметры позволяют использовать микрофон в качестве встроенных элементов РЭА.

Микрофон ММ-5 изготавливается промышленностью одного типа в двух исполнениях — высокоомном и низкоомном и 38 типоразмеров, которые определяются вариантами сочетаний сопротивления обмотки постоянному току, расположением акустического входа и его видом. Варианты исполнения микрофонов ММ-5 приведены в табл. 2.6. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона приведены на рис. 2.75. Конструкция микрофона определяется по условному и сокращенному обозначениям. В свою очередь, в состав условного обозначения входит сокращенное обозначение варианта исполнения и обозначение технических условий, по которым изготавливается микрофон. Сокращенное обозначение микрофона состоит из букв ММ — микрофон миниатюрный; цифры 5 — пятое конструктивное исполнение; двух цифр, обозначающих типоразмер; букв О, С, Б — акустического входа в виде круглого отверстия, патрубка и комбинированного входа соответственно. Конструкция микро-

Таблица 2.6. Классификация типоразмеров микрофонов ММ-5

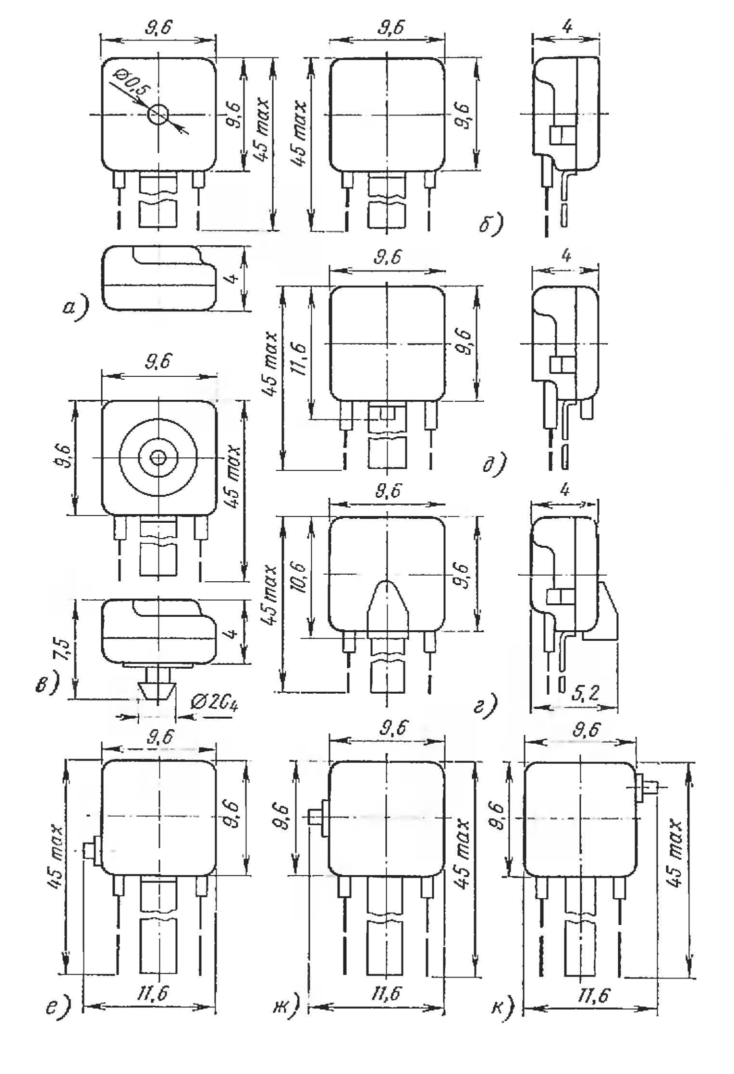
Шифр	Вид сопротивления обмотки	Расположение акустического входа при ориентации микрофона мембраной к наблюдателю и выходами вниз	Вид акустического входа	Номер рисунка
1	2	3	4	5
ММ-5-110	Низкоомный	В центре крышки	Круглое	2.75,*а*
ММ-5-120	—«—	В центре ребра крышки, обращенного в сторону вывода	—«—	2.75,*б*
ММ-5-130	—«—	В левом нижнем углу	—«—	2.75,*б*
ММ-5-140	—«—	В середине левого ребра микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-150	—«—	В левом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-160	—«—	В середине верхнего угла крышки	—«—	2.75,*б*
ММ-5-170	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-180	—«—	В середине правого ребра крышки	—«—	2.75,*б*
ММ-5-190	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-11С	Низкоомный	В центре крышки	Патрубок	2.75,*в*
ММ-5-12С	—«—	В центре ребра крышки, обращенного в сторону вывода	—«—	2.75,*д*
ММ-5-13С	—«—	В левом нижнем углу	—«—	2.75,*е*
ММ-5-14С	—«—	В середине левого ребра крышки микрофона	—«—	2.75,*ж*
ММ-5-15С	—«—	В левом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*з*
ММ-5-16С	—«—	В середине верхнего угла крышки	—«—	2.75,*и*
ММ-5-17С	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*к*
ММ-5-18С	—«—	В середине правого ребра крышки микрофона	—«—	2.75,*л*
ММ-5-19С	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*м*
ММ-5-210	Высокоомный	В центре крышки	Круглое	2.75,*а*
ММ-5-220	—«—	В центре ребра крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-230	—«—	В левом нижнем углу микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-240	—«—	В середине левого ребра крышки	—«—	2.75,*б*
ММ-5-250	—«—	В левом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-260	—«—	В середине верхнего угла крышки	—«—	2.75,*б*
ММ-5-270	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	Круглое	2.75,*б*

1	2	3	4	5
ММ-5-280	—«—	В середине правого ребра крышки	—«—	2.75,*б*
ММ-5-290	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*б*
ММ-5-21С	Высокоомный	В центре крышки микрофона	Круглое	2.75,*в*
ММ-5-22С	—«—	В центре ребра крышки, обращенного в сторону вывода	—«—	2.75,*д*
ММ-5-23С	—«—	В левом нижнем углу микрофона	—«—	2.75,*е*
ММ-5-24С	—«—	В середине левого ребра крышки микрофона	—«—	2.75,*ж*
ММ-5-25С	—«—	В левом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*з*
ММ-5-26С	—«—	В середине верхнего угла крышки микрофона	—«—	2.75,*и*
ММ-5-27С	—«—	В правом верхнем углу крышки микрофона	—«—	2.75,*к*
ММ-5-28С	—«—	В середине правого ребра крышки	—«—	2.75,*л*
ММ-5-29С	Высокоомный	В правом верхнем углу крышки микрофона	Патрубок	2.75,*м*
ММ-5-12Б	Низкоомный	В центре ребра крышки, обращенного в сторону вывода	—«—	2.75,*г*
ММ-5-22Б	Высокоомный	В центре ребра крышки, обращенного в сторону вывода	—«—	2.75,*г*

фона и технология его изготовления обеспечивают сохранение электроакустических параметров в пределах заданных допусков при воздействии различных внешних климатических и механических нагрузок:

Повышенная относительная влажность окружающей среды при максимальной температуре 30° С, %, не более	98
Пониженная рабочая температура воздуха, °С, не менее	—10
Пониженная предельная рабочая температура воздуха, °С, не менее	—30
Повышенная рабочая температура воздуха, °С, не более	40
Повышенная предельная рабочая температура воздуха, °С, не более	50
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 0 ... 25 Гц с ускорением, g (м/с^2), не более	2(19,6)
Ударные многократные нагрузки с ускорением, g (м/с^2), не более	10(98,6)

Массогабаритные характеристики и электроакустические параметры микрофона ММ-5 соответствуют четвертому поколению изделий, которые предназначены для работы с РЭА, выполненной на ПП и ИС. При эксплуатации изделий в условиях, отличающихся от нормальных, средняя чувствительность микрофона может снизиться до 1100 мкВ/Па для высокоомных и до 550 мкВ/Па для низкоомных. Неравномерность частотной характеристики чувствительности микрофона определяется по формуле $N=20\lg E_{max}/E_{min}$. Средняя чувствитель-



ность микрофона определяется как средняя арифметическая чувствительность микрофона на частотах 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000 и 5000 Гц. Основные электроакустические параметры микрофона соответствуют нормальным климатическим условиям.

Основные параметры микрофона ММ-5:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц . . . . 500 ... 5000
Чувствительность на 1000 Гц на сопротивлении нагрузки, мкВ/Па, не менее:

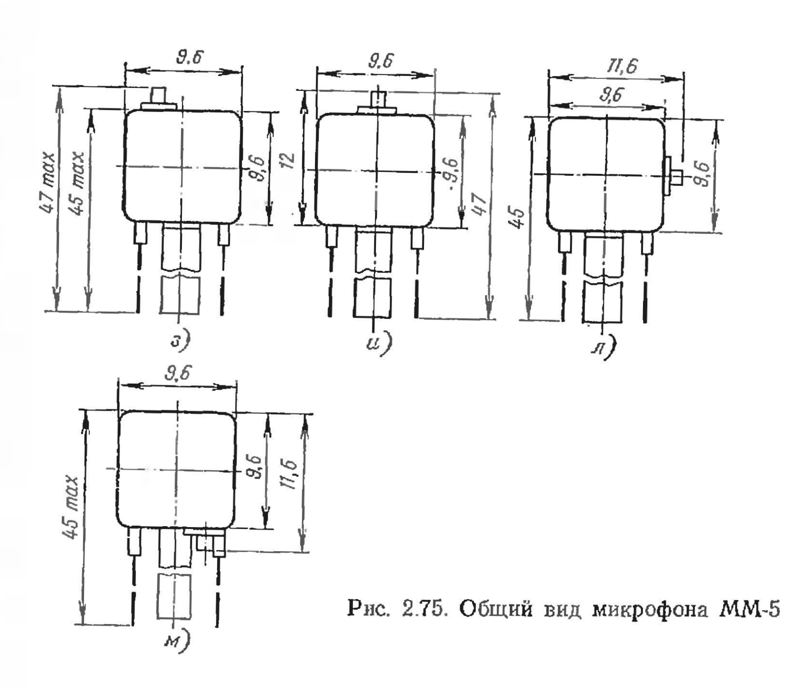


Рис. 2.75. Общий вид микрофона ММ-5

600 Ом (низкоомный)	300
3000 Ом (высокоомный)	600
Средняя чувствительность в диапазоне частот 500 ... 5000 Гц на сопротивлении нагрузки, мкВ/Па, не менее:	
600 Ом (низкоомный)	600
3000 Ом (высокоомный)	1200
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в номинальном диапазоне частот, дБ, не более	24
Сопротивление изоляции между выводами и корпусом микрофона, МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	100
при воздействии относительной влажности воздуха 95 ... 98% при 30° С в течение двух суток	1
Сопротивление обмотки постоянному току, Ом:	
низкоомного	135±15
высокоомного	900±100
Масса, г, не более	1,5
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	6000
Срок службы, лет, не менее	5
Срок гарантии, г	2

2.5. Микрофоны конденсаторные

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Большую группу, как правило, профессиональных микрофонов составляют электростатические микрофоны: конденсаторные и конденсаторные электретные, имеющие повышенные электроакустические параметры и эксплуата-

ционно-технические характеристики. К конденсаторным микрофонам относятся микрофоны, имеющие внешний источник питания, постоянно питающий электрическую схему обычным способом. Электретные микрофоны по принципу действия являются теми же конденсаторными, но постоянное напряжение обеспечивается не только обычным источником постоянного тока, но и электрическим зарядом мембраны или неподвижного электрода, сохраняющими этот заряд продолжительное время. На рис. 1.1, *в* приведена схема конденсаторного микрофона, где жестко натянутая мембрана *1* под действием звукового давления совершает колебательные движения относительно неподвижного электрода *2*, и оба в совокупности составляют конденсатор, являясь его обкладками. Конденсатор включен в электрическую цепь последовательно с источником постоянного тока и активным нагрузочным сопротивлением. При колебаниях мембраны емкость конденсатора меняется с частотой воздействующего на мембрану звукового давления. И в электрической цепи появляется переменный ток той же частоты, и на нагрузочном сопротивлении возникает падение напряжения, являющееся выходным сигналом микрофона.

Микрофоны рассматриваемой группы имеют высокие технические характеристики: широкий частотный диапазон, малую неравномерность частотной характеристики, низкие нелинейные и переходные искажения, высокую чувствительность и низкий уровень собственных шумов, и в этом их главное преимущество перед электродинамическими микрофонами. Номинальный диапазон рабочих частот достигает 20 ... 20 000 Гц, неравномерность частотной характеристики чувствительности во всем диапазоне частот не более 8 дБ.

Отечественной промышленностью изготавливается широкая номенклатура конденсаторных микрофонов профессионального и бытового назначения: МК-12, МК-13М, МК-16, МКЭ-2, МКЭ-3, МКЭ-4М и др. В эксплуатации находятся также конденсаторные микрофоны зарубежных фирм Японии, Австрии, Болгарии и др. Основные параметры многих типов микрофонов приведены в табл. 2.7.

МК-12

Конденсаторный односторонне направленный микрофон МК-12 предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в помещениях и на открытых площадках при проведении разнообразных музыкально-художественных программ и мероприятий. Микрофон относится к профессиональным, имеет высокие электроакустические характеристики, что определяет его широкую область применения.

Конденсаторный микрофон МК-12 включает в свой состав микрофонный капсюль, соединительную трубку, усилитель с блоком питания и микрофонный кабель. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона МК-12 приведены на рис. 2.76.

Капсюль конденсаторного микрофона состоит из следующих деталей: *1* — мембрана, изготавливается из специальной органической пленки марки мелинакс, позолоченной с одной стороны; *2* — решетка, изготавливается из металлической сетки, к ней жестко приклеена мембрана; *3*, так же как и мембрана, относится к основным элементам микрофона, является неподвижным электро-

Таблица 2.7. **Основные параметры и технические характеристики конденсаторных микрофонов**

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительности фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
МК-6 измерительный	20 ... 40000	5	250	1,1	—	НН	50	∅ 55×95
МК-15 для передачи и записи музыки и речи	50 ... 15 000	12	600	5,5	10	ОН в вертикальной плоскости; НН	210	58×58×70
МК-19 универсальный, профессиональный	50 ... 16 000	6	200±40	16	15	ОН	3,500 (комплект)	38×48×191
КМ-63 (ФРГ) студийный для приема и передачи музыки	40 ... 18 000	7	200/50	9	—	—«—	120	∅ 21×124
КМ-66 (ФРГ) студийный для записи музыки и речи	40 ... 18 000	9	200/50	10	—	—«—	210	∅ 48×175
КМ-88 (ФРГ) студийный для приема и записи музыки и речи	40 ... 16 000	—	200/50	6,5	—	ОН; ДН; НН	130	∅21×170
19-А-31 студийный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	22	—	ОН	300	25×44×190
КМС-19-01 малогабаритный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	16 20 25	—	ОН НН ДН	110	∅ 21×158
КМС-19-02 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	20	—	ОН	200	∅ 39×188
КМС-19-03 универсальный, ветрозащитный	15 ... 20 000	8	80	20	—	ОН	240	∅ 57×198
КМС-19-04 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	20	—	—«—	210	∅ 47×190

Продолжение табл. 2.7

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительности фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
КМС-19-05 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	45	—	ОСН	280	∅ 24×850
КМС-19-07 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	9	—	НН	110	∅ 21×158
КМС-19-08 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	10	—	ДН	190	∅ 24×203
КМС-19-09 универсальный для применения в кинематографии	20 ... 20 000	8	80	30	—	ОН	190	∅ 24×203
С-12А (Австрия) студийный для приема и записи музыки и речи	10 ... 20 000	15	200	4	25	ОН; ДН; НН	190	40×40×195
С-24 (Австрия) студийный для приема и записи музыки и речи	30 ... 20 000	15	200	10	20	ОН; ДН	650	∅ 43×255
С-28С (Австрия) студийный для радио-и телевизионных вещаний	30 ... 18 000	7	200	13	20	ОН	220	∅ 26×174
С-29С (Австрия) студийный для радио- и телевизионных вещаний	30 ... 18 000	7	200	12	20	—«—	220	∅ 26×174
С-30С (Австрия) студийный для радио- и телевизионных передач	30 ... 18 000	7	200	10	20	—«—	220	∅ 26×174
С-60 (Австрия) универсальный для приема, передачи и записи музыки и речи в студиях (миниатюрный)	30 ... 18 000	7	200/50	8	20	—«—	65	∅ 18×100

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительности фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
C414 (Австрия) универсальный для приема и записи музыки и речи	20 ... 20 000	5	150	6	—	ОН; ДН; ОСН; НН	120	35×45×141
М-269С (ФРГ) студийный для приема, передачи и записи музыки и речи	30 ... 16 000	7	200/50	10	20	ОН; ДН; НН	120	∅ 21×152
U47 (ФРГ) универсальный для приема, передачи и записи музыки и речи в студиях	35 ... 15 000	8	200/50	25	—	ОН	700	∅ 63×240
U-48 (ФРГ) студийный для записи музыки и речи	35 ... 15 000	8	200/50	20	—	ОН; ДН	700	∅ 63×240
U-64 (ФРГ) студийный с переключателем для понижения чувствительности для записи музыки и речи	40 ... 18 000	20	200/50	11	—	ОН	120	∅ 21×124
U-67 (ФРГ) студийный для приема, передачи и записи музыки и речи	30 ... 16 000	5	200/50	22	10	ОН; НН	540	∅ 56×201
U-69 (ФРГ) стереофонический студийный с переключателем направленности для приема, передачи и записи музыки и речи	40 ... 15 000	—	200/50	15	—	ОН; ДН; НН	500	∅ 28×200

Окончание табл. 2.7

Обозначение, тип и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Внутреннее сопротивление, Ом	Чувствительность на 1 кГц при х. х., мВ/Па	Средняя разность уровней чувствительности фронт-срез, дБ	Обозначение направленности	Масса, г	Габаритные размеры, мм
U-87 (ФРГ) универсальный для приема и записи музыки и речи в студиях	40 ... 16 000	8	200	8	—	ОН; ДН; НН	500	∅ 56×200
U-89 (ФРГ) студийный для записи музыки и речи	40 ... 18 000	8	150	8	—	ОСН; ОН; ДН	400	∅ 46×185
SM-69 стереофонический для записи музыки и речи в студии	40 ... 15 000	10	200	15	—	ОН; ДН; НН	450	∅ 48×254
USM-69 (ФРГ) стереофонический для приема и записи музыки и речи в студии	40 ... 16 000	8	150	10	—	ОН	510	∅ 48×292
4133 (Дания) измерительный	5 ... 40 000	4	—	12,5	—	НН	—	∅ 13×13
4135 (Дания) измерительный	5 ... 100 000	4	—	4	—	—«—	—	∅ 7×10,5
4145 (Дания) измерительный	3 ... 18 000	4	—	50	—	—«—	230	∅ 24×19
МКЭ-15 электретный универсальный для записи музыки и речи	50 ... 16 000	—	20	1,5	18	ОН	230	∅ 55×216
МКЕ-212 (ФРГ)	20 ... 20 000	10	1000	20	—	НН	—	∅ 10
МКН-416 (ФРГ)	40 ... 20 000	12	8	20	—	ОСН	160	∅ 19×235
ЕСМ-51 (Япония)	40 ... 14 000	10	250	2	—	—«—	90	∅ 14×486

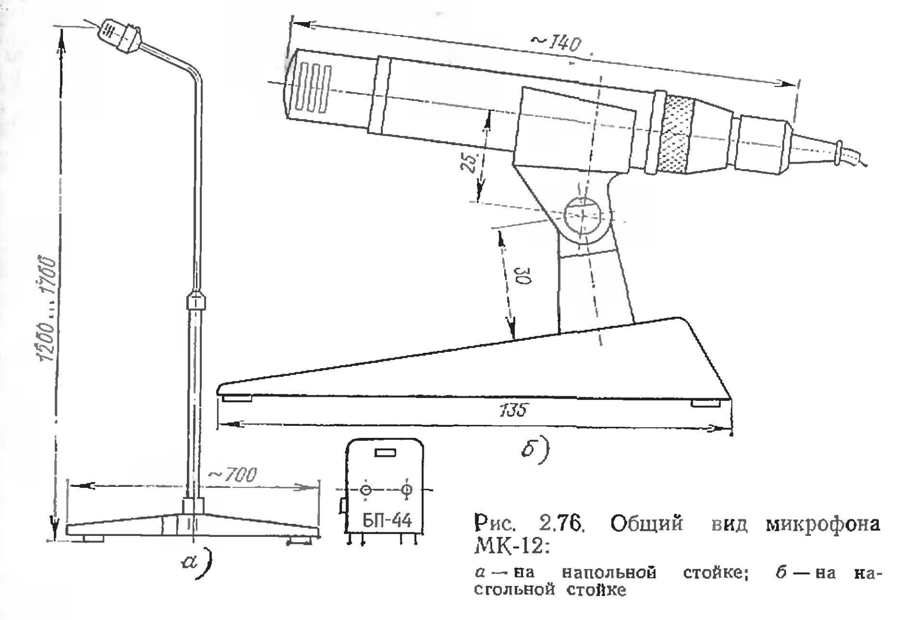


Рис. 2.76. Общий вид микрофона МК-12:

а — на напольной стойке; *б* — на настольной стойке

дом, который изготавливается из алюминия и имеет ряд взаимно перпендикулярных прорезей. Неподвижный электрод запрессован в изоляционное кольцо *4*, причем плоскость неподвижного электрода на 28 мк ниже торца изоляционного кольца. Это кольцо с помощью гайки *5* через второе изоляционное кольцо *6* прижимается к мембране, и таким образом между мембраной и неподвижным электродом образуется зазор, равный 28 мк. Отверстия и прорези в неподвижном электроде, зазор между вкладышем *7* и неподвижным электродом, отверстия во вкладыше и кольцевой зазор между изоляционным кольцом *6* и вкладышем *7* образуют акустомеханическую систему капсюля микрофона. Односторонняя направленность микрофона достигается тем, что капсюль имеет два акустических входа. Вторым акустическим входом является отверстие в переходнике *8*, отверстия во вкладыше и в неподвижном электроде, через которые звуковое давление достигает задней стороны мембраны.

Если источник звука находится перед микрофоном, то для получения кардиоидной характеристики направленности звуковое давление, приходящее к задней стороне мембраны со стороны отверстий второго входа, должно находиться в противофазе со звуковым давлением, действующим на переднюю сторону мембраны. Если же источник звука находится за микрофоном, то звуковое давление, достигающее задней стороны мембраны, должно быть в фазе со звуковым давлением, действующим на переднюю сторону мембраны, и мембрана находится в покое. Сдвиг фаз достигается подбором всех акустомеханических элементов капсюля микрофона. Главную роль при этом играет сопротивление зазора между неподвижным электродом и вкладышем. Таким образом микрофон работает по принципу микрофона-приемника градиента звукового давления.

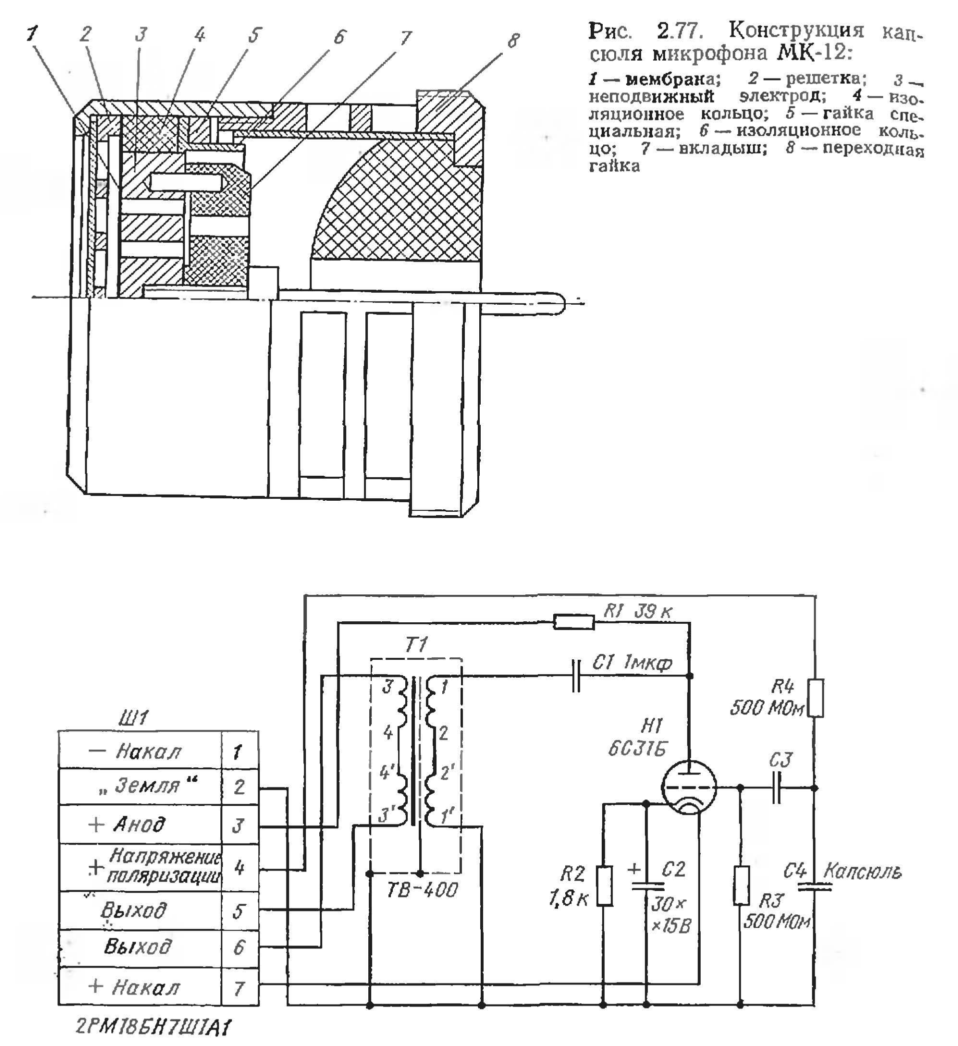


Рис. 2.77. Конструкция капсюля микрофона МК-12:

1 — мембрана; *2* — решетка; *3* — неподвижный электрод; *4* — изоляционное кольцо; *5* — гайка специальная; *6* — изоляционное кольцо; *7* — вкладыш; *8* — переходная гайка

Рис. 2.78. Принципиальная электрическая схема усилителя микрофона МК-12

В состав микрофона МК-12 входит усилитель, собранный по реостатно-трансформаторной схеме на электронной лампе 6С31Б. Схематически устройство микрофонного капсюля приведено на рис. 2.77. Электрическая принципиальная схема усилителя микрофона МК-12 дана на рис. 2.78. Питается усилительное устройство от блока питания типа БП-44, собранного на ПП по компенсационной схеме. Принципиальная электрическая схема блока питания БП-44 приведена на рис. 2.79.

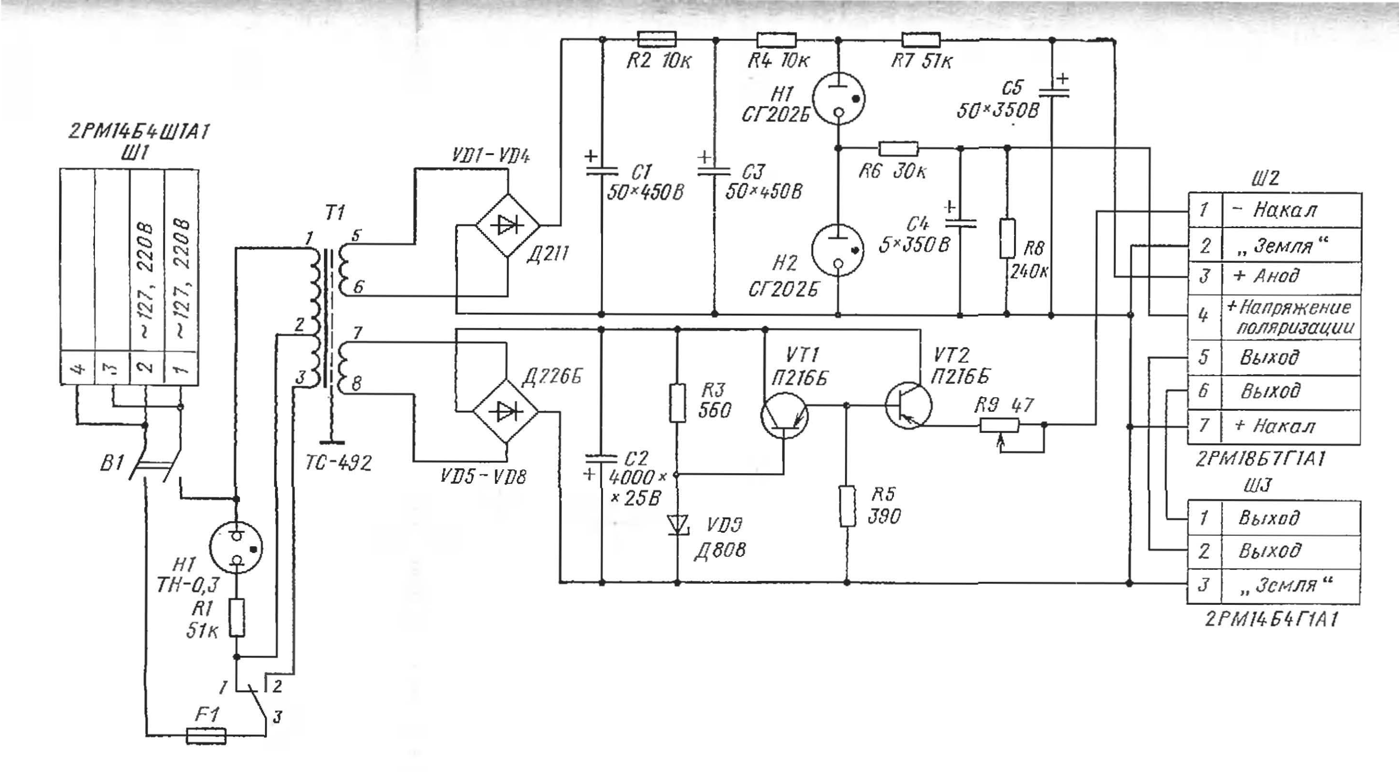


Рис. 2.79. Принципиальная электрическая схема блока питания БП-44 микрофона МК-12

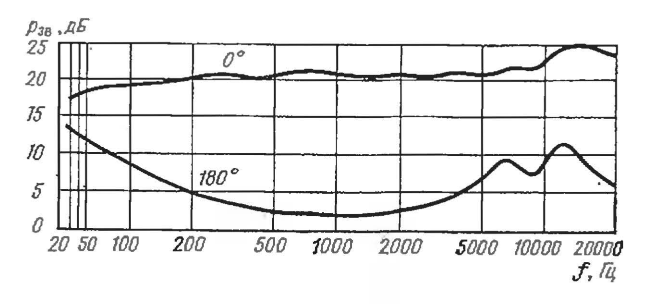


Рис. 2.80. Частотная характеристика микрофона МК-12

В состав блока питания БП-44 входят: сетевой трансформатор питания T_1 (ТС-492); два выпрямителя, собранные по мостовой схеме на Д211 и Д226Б; стабилизатор напряжения на стабилитроне Д808 и транзисторах П216Б. Резистор $R6$ обеспечивает регулировку напряжения накала лампы при соединительном кабеле длиной более 60 м, чтобы напряжение на выходе блока питания было максимальным. Блок питания имеет три электрических соединителя: Ш1 типа 2РМ14БШ1А1 для подключения к сети переменного тока; Ш2 типа 2РМ18Б7Г1А1 для подключения к усилителю МК-12; Ш3 типа 2РМ14Б4Г1А1 для подключения к микрофонному студийному усилителю.

Общая неравномерность частотной характеристики чувствительности показана на рис. 2.80. Диаграмма направленности микрофона в полярных координатах приведена на рис. 2.81.

Параметры микрофона обеспечиваются при правильной подготовке микрофона к работе. Микрофон МК-12 может быть использован на напольной стойке с вынесенным капсюлем (рис. 2.76, *а*), на настольной стойке (рис. 2.76, *б*) и на напольной стойке с шарниром, на «журавле».

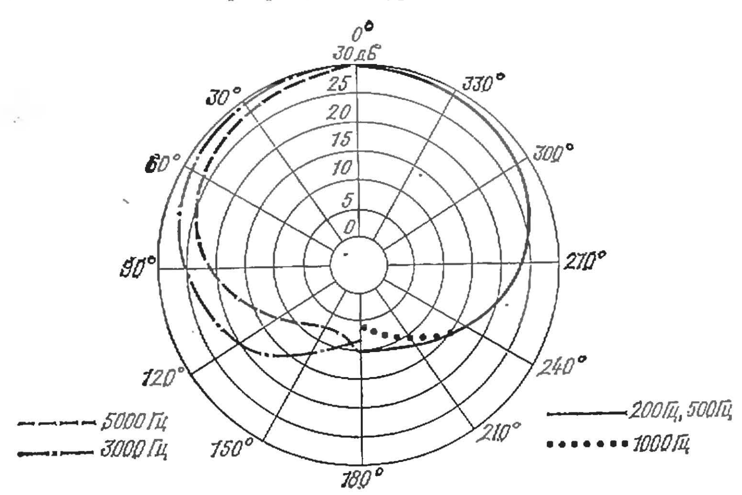


Рис. 2.81. Характеристика направленности микрофона МК-12

Подготовка к работе и эксплуатации микрофона на напольной стойке с вынесенным капсюлем обеспечивается в следующем порядке; навернуть усилитель на нижнюю часть соединительной трубки, вставить их в трубу-держатель, присоединить к усилителю кабель, после чего закрепить соединительную трубку с усилителем в держателе, вращательным движением вставить держатель в треногу, навернуть на трубку капсюль, соединить блок питания с помощью кабелей с усилителем микрофона, со входом звукоусилительного тракта и сети, включить блок питания.

Основные параметры микрофона МК-12:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность на 1000 Гц и сопротивлении нагрузки 600 Ом, мВ/Па, не менее:	
с соединительной трубкой	6
без соединительной трубки	11
Чувствительность капсюля, мВ/Па, не менее	17
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более	14
Спад чувствительности на 100 Гц относительно 1000 Гц, дБ, не более	3
Средняя разность уровней чувствительности фронт—срез в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не менее	14
Разность уровней чувствительности на любой частоте в диапазоне 200 ... 5000 Гц, дБ, не менее	10
Уровень собственного шума, дБ, не более	20
Выходное сопротивление усилителя	180 Ом
Коэффициент передачи усилителя:	
на нагрузке 600 Ом	0,6
с соединительной трубкой	0,34
Условия эксплуатации:	
температура, °C	—10 ... 25
относительная влажность при 20° С, %	85
Условия хранения:	
температура, °C	5 ... 30
относительная влажность, %	80
Напряжение питающей сети, частотой 50 Гц, В	127; 220
Масса, г, не более	112
Габаритные размеры капсюля	∅ 20×22 мм
Размеры усилителя	∅8×149 мм
Размеры соединительной трубки	∅ 8×100 мм
Срок службы, лет, не менее	10

МК-13М

Конденсаторный микрофон с универсальной характеристикой направленности МК-13М предназначен для приема, передачи и звукоусиления музыки и речи из студий, театров и концертных залов. Хорошие результаты имеет применение микрофона для озвучивания помещений. Микрофон МК-13М с дистанционным управлением характеристики направленности, возможностью коррекции частотной характеристики в области низких частот может быть применен для усиления и записи музыки в радио- и телевизионных студиях.

Конструкция МК-13М в общем виде рассмотрена на рис. 1.1, *в*. Капсюль микрофона имеет две мембраны ∅ 30 мм, прижатые с двух сторон к изоля-

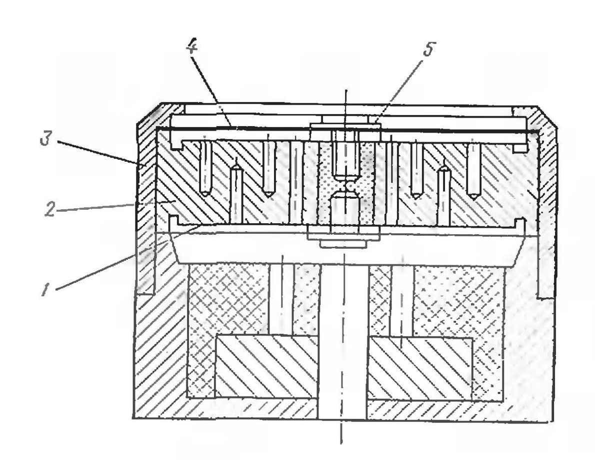


Рис. 2.82. Капсюль микрофона МК-13М:

1 — нижняя мембрана; *2* — неподвижный электрод; *3* — кожух; *4* — верхняя (передняя) мембрана; *5* — контакт поляризованного напряжения

ционной втулке, укрепленной в неподвижном электроде. Неподвижный электрод в своей конструкции имеет сквозные и глухие отверстия, которые вместе с зазором между мембраной и неподвижным электродом образуют внутреннюю акустическую систему. Питание постоянным током осуществляется через контактные лепестки, укрепленные в центре микрофонного капсюля с двух сторон.

В состав комплектной поставки микрофона входят: микрофонный капсюль, шарнир, напольная стойка, усилитель и блок питания, смонтированные в единой конструкции, микрофонный кабель и необходимые электрические соединители.

Неравномерность частотной характеристики чувствительности микрофона во всем диапазоне рабочих частот изменяется в зависимости от режима работы. Но в любом режиме микрофон обладает достаточно равномерной частотной характеристикой чувствительности. В электрической схеме управления микрофоном предусмотрена возможность переключения напряжения поляризации, что позволяет оперативно изменять характеристику направленности. Дистанционное включение обеих мембран может быть синфазным, или противофазным, или поочередным любой мембраны, что позволяет получать определенный набор характеристик направленности. Можно получить косинусоиду (восьмерку), кардиоиду, обращенную в одну сторону, или кардиоиду, обращенную в противоположную сторону, и окружность.

Схематически устройство капсюля микрофона МК-13М приведено на рис. 2.82, аналоговая электрическая схема микрофонного капсюля дана на рис. 2.83,

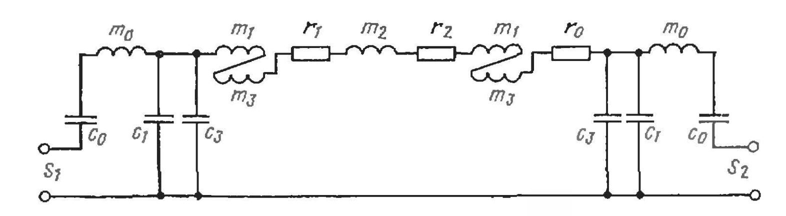


Рис. 2.83. Аналоговая электрическая схема микрофона МК-13М

где S_1 — площадь мембраны; m_1, c_1, r_1 — масса, гибкость и активное сопротивление воздуха в зазоре между мембраной и неподвижным электродом; m_2, r_2 — масса и активное сопротивление воздуха в сквозных отверстиях неподвижного электрода; m_3, c_3 — масса и гибкость воздуха в глухих отверстиях неподвижного электрода c_0, m_0 — гибкость и масса каждой из мембран

Основные параметры микрофона МК-13М:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	30 ... 18 000
Чувствительность в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	5,5
Средняя разность уровней чувствительности фронт — 90°, дБ	10
Неравномерность частотной характеристики чувствительности, дБ:	
в режиме кардиоиды в диапазоне 50 ... 15 000 Гц	6
в диапазоне 30 ... 18 000 Гц	9
Внутреннее электрическое сопротивление, Ом, не менее	600
Направленные свойства микрофона	ОН; ДН; НН
Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц, В	127, 220
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—10 ... +35
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	85
Масса микрофонного капсюля, г, не более	160
Длина кабеля, мм	5000
Габаритные размеры	22×46×98 мм

МК-16

Конденсаторный ненаправленный микрофон профессионального назначения применяется для акустических измерений. Микрофон имеет высокие параметры качества, стабильность которых обеспечивается при эксплуатации в нормальных климатических условиях.

Общий вид капсюля микрофона МК-16, состав его основных деталей приведены на рис. 2.84.

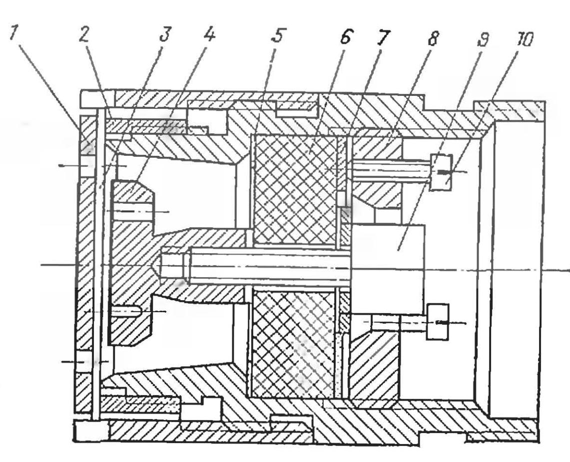


Рис. 2.84. Капсюль микрофона МК-16:

1 — крышка; 2 — регулятор натяжения мембраны; 3 — мембрана; 4 — неподвижный электрод; 5 — прокладка; 6 — изолятор; 7 — прокладка; 8 — гайка специальная; 9 — винт; 10 — крепежный винт

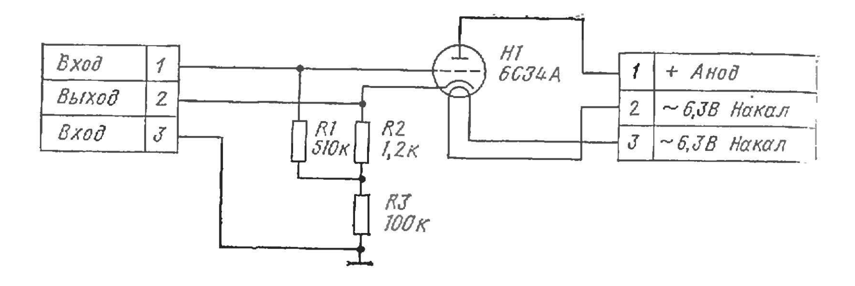


Рис. 2.85. Схема соединения микрофона с усилителем МК-16

В комплект поставки микрофона МК-16 входит: микрофонный капсюль (рис. 2.84); усилитель, собранный на электронной лампе 6С34А; соединительная трубка; блок питания; микрофонный кабель и электрические соединители. Блок питания обеспечивает необходимым напряжением анод лампы (190 ... 230 В) и ее накал (6 В) при токах нагрузки 1,5 А и 125 мА соответственно. Микрофонный капсюль и усилитель микрофона конструктивно объединены в один узел через электрические разъемы. Усилитель, выполненный в виде цилиндра заканчивается с одной стороны соединителем для подсоединения к кабелю, идущему к блоку питания.

Схема соединения усилителя с микрофонным капсюлем приведена на рис. 2.85. Принцип действия конденсаторного микрофона основан на изменении емкости конденсатора, образованного мембраной и неподвижным электродом. Под воздействием звукового давления диафрагма совершает колебания, при этом расстояние между пластинами конденсатора изменяется, возрастая при сближении пластин и уменьшаясь при удалении. Этот конденсатор соединен через нагрузочное сопротивление с источником постоянного напряжения. На сопротивлении нагрузки возникает сигнал, отображающий колебательный процесс диафрагмы.

К измерительным микрофонам предъявляются дополнительные требования, существенные для измерения параметров, например установление значения суммарного коэффициента гармонических искажений, уровня звукового давления, нестабильность уровней чувствительности и др.

Основные параметры микрофона МК-16:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	20 ... 40 000
Чувствительность на х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не более . .	2
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 20 ... 40 000 Гц, дБ, не более	5
Суммарный коэффициент гармонических искажений на 400 Гц при уровне звукового давления 154 дБ, %, не более . .	6
Частота, при которой характеристика направленности в пределах ±90° от оси отличается от круговой не более чем на 1 дБ, Гц	3150
Нестабильность уровней чувствительности при нормальных климатических условиях, дБ, не более	±0,5
Температурная поправка, дБ/°С, не более	0,05

Изменение уровня чувствительности при изменении не более:	
атмосферного давления от номинального, дБ/Па . .	$\pm 10^{-4}$
относительной влажности от наименьшего до наибольшего значения, дБ	0,5
напряжения питания на ±10%, дБ	±0,3
Внутреннее сопротивление, Ом	250±50
Уровень эквивалентного звукового давления, вызываемого собственным шумом электрического происхождения в любой активной полосе частотного диапазона, дБ, не выше . .	46
Направленные свойства	НН
Масса микрофона без блока питания, г	140
Габаритные размеры капсюля микрофона	⌀ 13×129
Эквивалентный объем капсюля микрофона при атмосферном давлении 10^5 Па, $м^3$, не более	$2\cdot10^{-8}$
Напряжение питания с частотой 50 Гц, В	127; 220

МК-18

Конденсаторный с универсальной направленностью профессиональный микрофон МК-18 предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в любых помещениях и на закрытых площадках — стадионах и киноконцертных залах. Микрофон МК-18 обеспечивает эксплуатацию в режимах односторонней направленности, двухсторонней направленности и в ненаправленном режиме (кардиоида, косинусоида и круг). Высокие электроакустические параметры микрофона, возможность изменения чувствительности и коррекции частотной характеристики делают микрофон МК-18 популярным.

Конструкция МК-18 включает в свой состав: капсюль; предварительный усилитель; блок питания типа БП-98; переключатель режима направленности; микрофонный соединительный кабель; шнур питания и электрические соединители. Капсюль микрофона состоит из двух мебран и двух неподвижных электродов, представляющих симметричную конструкцию из двух половин, каждая из которых имеет емкость 65 пФ. У этого микрофона на корпусе установлен переключатель, с помощью которого можно получить определенный набор электроакустических характеристик направленности. При переключении напряжения поляризации мембран (электрического включения какой-либо одной мембраны или их обеих синфазно или противофазно) можно оперативно получить характеристику направленности в виде окружности, «восьмерки» (косинусоиды) и кардиоид, обращенных в противоположные стороны. В микрофоне предусмотрены также коррекция частотной характеристики в области низких частот и изменение чувствительности. Зазоры между мембранами и неподвижными электродами регулируются с помощью прокладок. Предварительный усилитель собран на двух транзисторах, подключается к блоку питания с помощью соединителя.

Электрическая принципиальная схема приведена на рис. 2.86. Блок питания включает в свой состав: сетевой трансформатор питания *Т*1; мостовое выпрямительное устройство на четырех диодах *VD*1—*VD*4 типа КД105А; стабилизатор напряжения постоянного тока параметрического типа на стабилитронах *VD*5, *VD*6; емкостной фильтр на конденсаторах *С*1—*С*4. Стабилизированное напряжение 60 В подается на предварительный усилитель с помощью электрического соединителя. В состав предварительного усилителя входят: согласую-

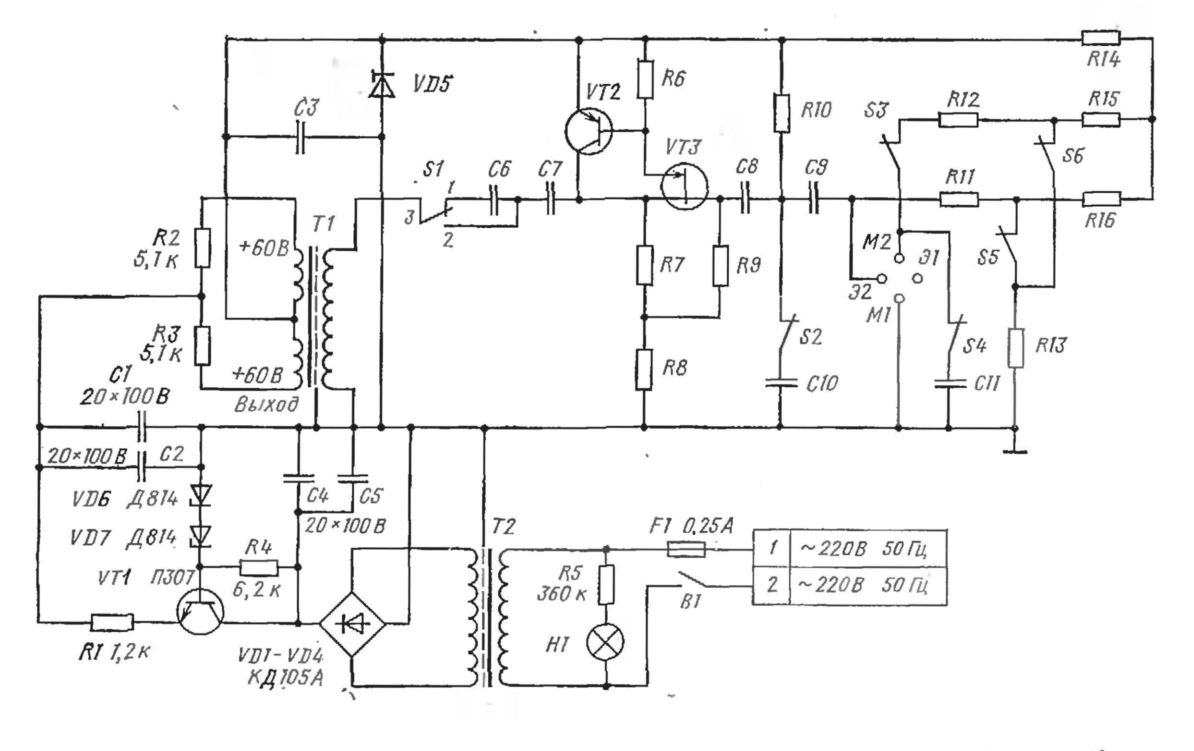


Рис. 2.86. Принципиальная электрическая схема блока питания и усилителя микрофона МК-18

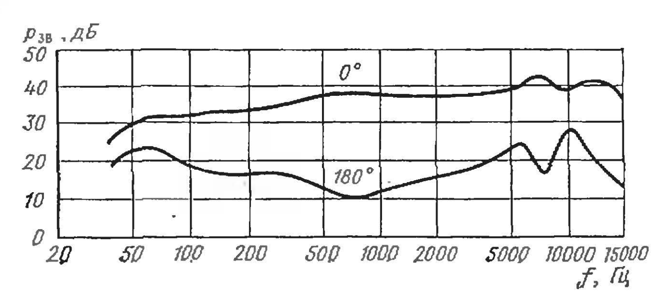


Рис. 2.87. Частотная характеристика микрофона МК-16

щий трансформатор $T2$; двухкаскадный усилитель на транзисторах $VT1$ и $VT2$; переключатели режимов работы $S1$—$S6$.

Частотная характеристика чувствительности микрофона МК-18 приведена на рис. 2.87.

Основные параметры микрофона МК-18:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	20 ... 16 000
Чувствительность микрофона на 1000 Гц, в режиме, не менее:	
кардиоида большая	16
кардиоида малая	10
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 1600 Гц, дБ, не более в режиме:	
кардиоида малая	6
косинусоида	10
круг	8
Средний перепад чувствительности фронт—срез в диапазоне 20 ... 16 000 Гц в режиме кардиоида малая, дБ, не менее	15
Спад частотной характеристики на частоте 50 Гц в положении переключателя «завал звуковой частоты», дБ	10±3
Направленные свойства	НН; ОН; ДН
Модуль полного электрического сопротивления, Ом	220±20
Сопротивление нагрузки с симметричным входом, кОм, не менее	1
Внутреннее сопротивление, Ом	200
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленный собственным шумом микрофона, относительно $2\cdot10^{-5}$ Па, дБ, не выше в режиме:	
кардиоида большая	13
кардиоида малая	14
Условия эксплуатации:	
температура, °С	5 ... 35
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	80
атмосферное давление воздуха, кПа	84 ... 106,7 (630 ... 800 мм рт. ст.)
Масса микрофона, г, не более	320
Масса комплекта, г	3500

Габаритные размеры:	
микрофона	35×46×187
блока питания	64×10×125
Емкость микрофона МК-18, пФ	130±5
Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц, В	127; 220
Стабилизированное напряжение питания предварительного усилителя, В	+60

МКЭ-2

Конденсаторный электретный односторонне направленный микрофон МКЭ-2 предназначен для приема, передачи, звукозаписи и звукоусиления музыки и речи при работе с бытовой аппаратурой магнитной записи. Микрофон МКЭ-2 обеспечивает эксплуатацию в условиях пониженной и повышенной температур, повышенных атмосферного давления и относительной влажности. Микрофон успешно используется при трансляции концертов, исполнителей ВИА, из театров и студий.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона МКЭ-2 приведены на рис. 2.88. Промышленностью изготавливаются три разновидности микрофонов данного типа: МКЭ-2, МКЭ-2Э, МКЭ-2А. Микрофон МКЭ-2 комплектуется стойкой, шарниром, элементом 316 в кассете, микрофон МКЭ-2Э — микрофоном в улучшенном экспортном исполнении в чехле специальной конструкции; микрофон МКЭ-2А не имеет чехла и предназначен исключительно для подключения к магнитофонам бытового назначения. Одностороннюю направленность микрофона обеспечивает наличие отверстий в неподвижном электроде и действие звукового давления на мембрану как с передней, так и с тыльной стороны.

Капсюль микрофона укреплен в цилиндрическом корпусе, расположенном в передней части микрофона, имеет длину 13 мм и ⌀20 мм. В средней части микрофона помещена капсула с гальваническим элементом 316. Схематическое устройство капсюля микрофона рассмотрено на рис. 1.1. При работе на откры-

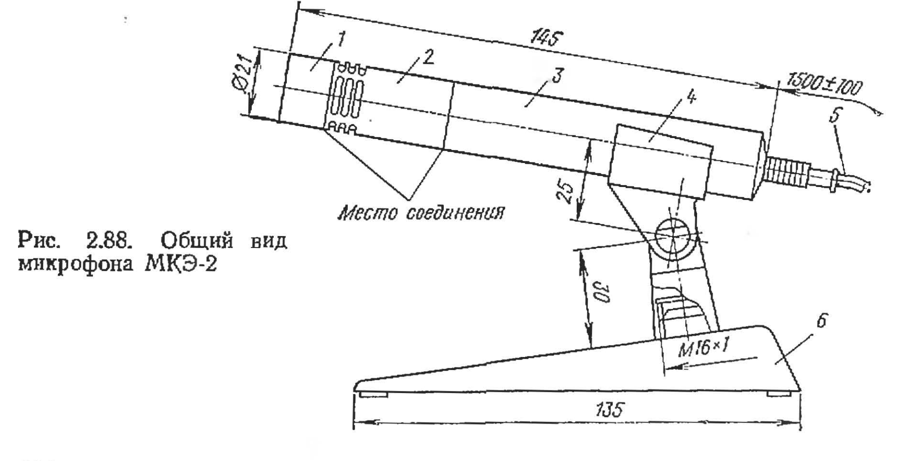


Рис. 2.88. Общий вид микрофона МКЭ-2

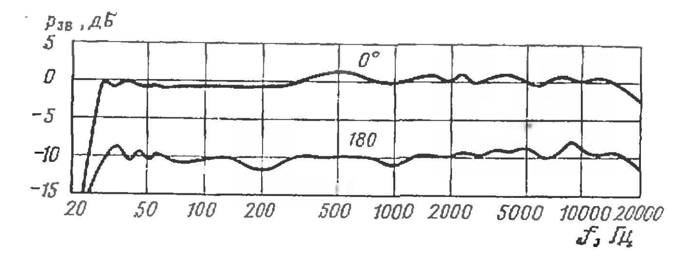


Рис. 2.89. Частотная характеристика микрофона МКЭ-2 (МКЭ-2Э, МКЭ-2А)

том воздухе используется противоветровой экран, изготовленный из армированного поролона. Наружная оболочка микрофона изготовлена из алюминия. Корпус микрофона содержит два винтовых соединения — одно в начале для монтажа капсюля микрофона и другое в середине для установки и замены источника питания. В корпус микрофона вмонтирован микрофонный кабель, оканчивающийся электрическим трехконтактным соединителем.

Частотная характеристика чувствительности микрофона приведена на рис. 2.89, типовая характеристика направленности МКЭ-2 в полярных координатах — на рис. 2.90. Характеристика направленности имеет вид кардиоиды, измеренной на частотах 100; 500; 1000; 3150 и 8000 Гц. Схема присоединения выводов микрофона к соединителю (со стороны пайки) приведена на рис. 2.91.

Перед эксплуатацией микрофона необходимо установить гальванический элемент 316 в микрофон, для чего следует развинтить корпус микрофона в средней его части, особо обратив внимание на соответствие полярности элемента маркировке микрофона. Установить микрофон на стойке и подключить выход

Рис. 2.90. Характеристика направленности микрофона МКЭ-2 (МКЭ-2А)

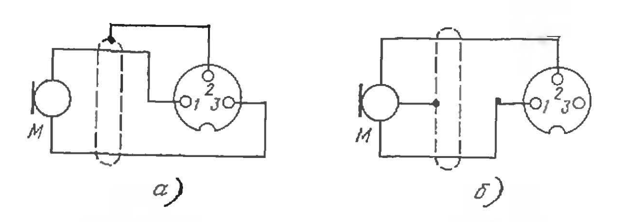


Рис. 2.91. Схемы присоединения выводов микрофона к штырям электрического соединителя:
а — МКЭ-2; *б* — МКЭ-2А

микрофона к аппаратуре. Следует следить за тем, чтобы микрофон не подвергался резким сотрясениям и ударам.

Основные параметры микрофона МКЭ-2 (МКЭ-2А):

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность в режиме х.х на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	2,5
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более	12
Отклонение частотной характеристики чувствительности от типовой, дБ, не более	—2,5
Средний перепад чувствительности фронт—срез, дБ, не менее	16
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленного собственными шумами микрофона, дБ, не выше	24
Выходное сопротивление, Ом, не более	200
Сопротивление нагрузки, Ом, не менее	600
Напряжение питания, В	1,5
Условия эксплуатации:	
температура, °С	5 ... 40
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	85
вибрационные и ударные нагрузки	Не допускается
Масса, г, не более	150
Длина кабеля, мм	15 000
Среднее время наработки на отказ, ч, не менее	5000
Срок гарантии, г, не менее	2,5
Срок службы, лет	5

МКЭ-3

Конденсаторный электретный микрофон МКЭ-3 в микроминиатюрном исполнении предназначен для использования в бытовой аппаратуре магнитной записи. Микрофон МКЭ-3 применяется в качестве встраиваемых устройств в бытовые магнитофоны, магниторадиолы и магнитолы, выполненные на ПП и ИС, например «Сигма-ВЭФ-260», «Томь-303», «Романтик-306».

Микрофон МКЭ-3 выполнен в пластмассовом корпусе, имеющем фланец для крепления к лицевой панели РЭА с внутренней стороны. Схематически устройство микрофона приведено на рис. 1.1,*в*.

Микрофон МКЭ-3 относится к ненаправленным, имеет диаграмму в виде круга (рис. 1.3,*а*). Схема включения микрофона приведена на рис. 2.1,*а*. Микрофон не допускает ударов и сильной тряски.

Основные параметры микрофона МКЭ-3:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 16 000
Чувствительность по свободному полю на 10 000 Гц, мВ/Па, не более	3
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 16 000 Гц, дБ, не менее	10
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом, не более	250
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленного собственными шумами микрофона, дБ, не более	25
Условия эксплуатации:	
температура, °С	5 ... 30
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	85
атмосферное давление воздуха, Па	$1{,}2 \cdot 10^4$ (90 мм рт. ст.)
Масса, г, не более	80
Габаритные размеры, мм	⌀ 14×22

МКЭ-4М

Конденсаторный электретный односторонне направленный микрофон МКЭ-4М предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыки и речи в студиях, киноконцертных залах, театрах и на закрытых площадках. Микрофон может быть использован при проведении совещаний, конференций и других общественных мероприятий при большом количестве участников. Хорошие результаты дает применение микрофона при озвучивании помещений, подготавливаемых для выступления певцов с сольными программами в сопровождении оркестров. Микрофон МКЭ-4М обеспечивает высокий уровень записи музыки и художественного слова в номинальном диапазоне.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МКЭ-4М приведены на рис. 2.92. В состав комплекта поставки микрофона входят: микрофонный капсюль; усилитель; блок питания; трубка соединительная; набор соединительных кабелей; экран противоветровой; стойки напольная и настольная; тренога. Разрез микрофонного капсюля представлен на рис. 2.93. Подвижный электрод *2* представляет собой деталь, изготовленную из пресс-порошка с армированным контактом и с металлизированной алюминием поверхностью, имеет ряд сквозных отверстий и взаимно перпендикулярных прорезей. Мембрана *4* — основная деталь капсюля изготовлена из фторопластовой электретной пленки, металлизированной с одной стороны алюминием. Мембрана металлизированной стороной приклеивается к решетке *5* токопроводящим клеем, после чего поляризуется. Между мембраной и неподвижным электродом с помощью прокладки *10* создается зазор в 28 ... 32 мк. Вкладыш *12*, имеющий ряд сквозных отверстий, поджимается к электроду. Между ними с помощью прокладки *11* образуется зазор в виде щели 42 ... 45 мк. Эта щель соединяется с кольцевой щелью, образованной вкладышем и изоляционным кольцом *13*. Все детали последовательно устанавливаются в корпус *9* и поджимаются гайкой *1*. Защитная сетка *7*, решетка *8* с акустическим сопротивлением *6*, мембрана, зазор между мембраной и неподвижным электродом, отверстия и прорези в неподвижном электроде, щель между вкладышем и неподвижным электродом, отверстия во вкладыше, кольцевая щель между вкладышем и изоляционным кольцом и объем внутри корпуса образуют акустомеханическую систему капсюля, обеспечивающую требуемые характеристики микрофона.

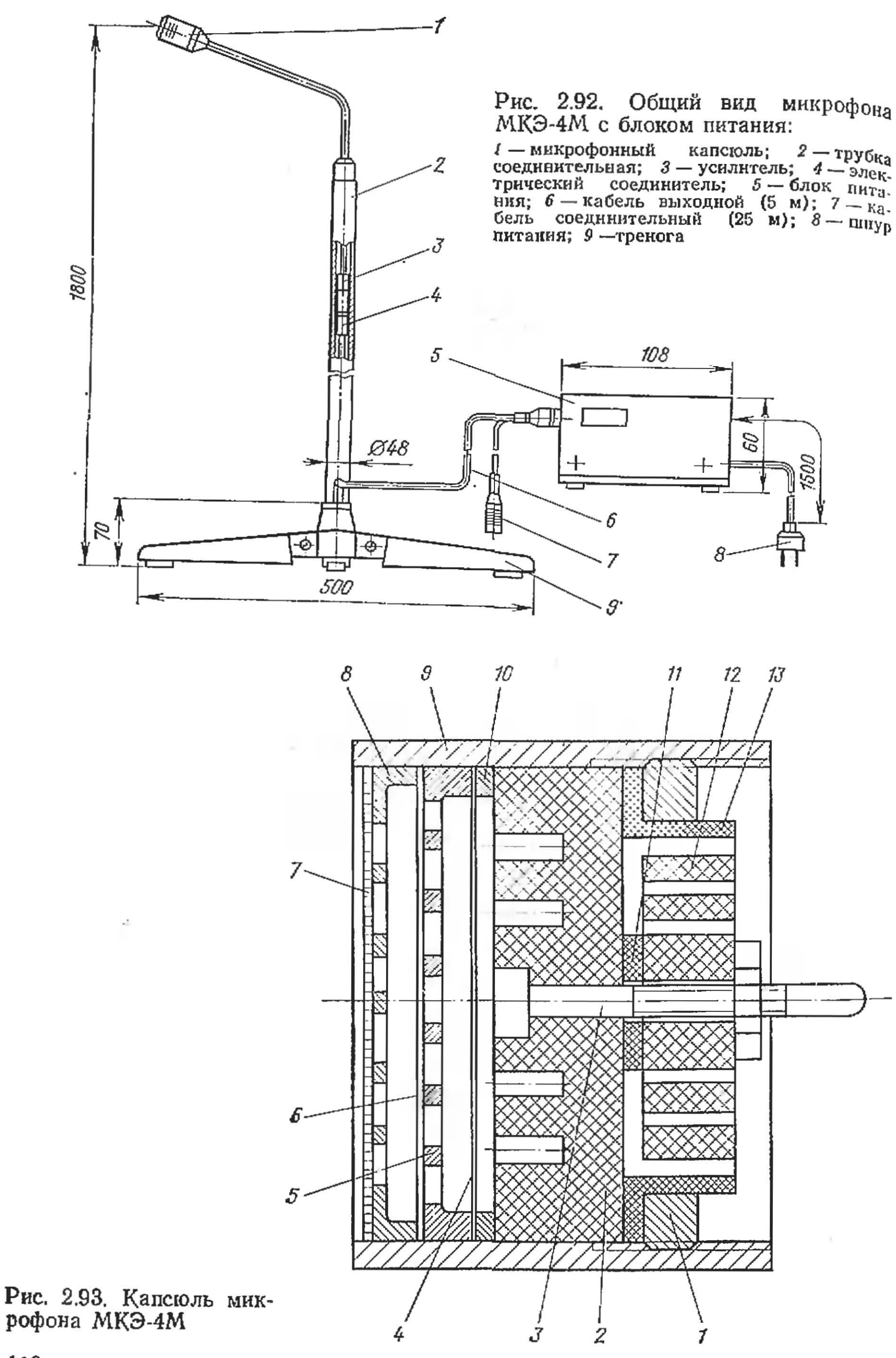


Рис. 2.92. Общий вид микрофона МКЭ-4М с блоком питания:

1 — микрофонный капсюль; *2* — трубка соединительная; *3* — усилитель; *4* — электрический соединитель; *5* — блок питания; *6* — кабель выходной (5 м); *7* — кабель соединительный (25 м); *8* — шнур питания; *9* — тренога

Рис. 2.93. Капсюль микрофона МКЭ-4М

Односторонняя направленность микрофона достигается тем, что на мембрану микрофона действует звуковое давление как с передней, так и с задней стороны по такому же принципу, как показано на рис. 1.1, *в* и 1.3, *б*. Необходимый для обеспечения односторонней направленности сдвиг фаз получается в результате подбора всех акустикомеханических элементов капсюля. Главную роль при этом играет сопротивление воздуха в щели между неподвижным электродом и вкладышем.

Микрофон МКЭ-4М может быть использован на настольной или напольной стойках с шарниром, на «журавле», напольной стойке с вынесенным капсюлем. Все детали и сборочные единицы этих конструктивных исполнений являются унифицированными и взаимозаменяемыми. При подготовке микрофона к эксплуатации на напольной стойке необходимо закрепить держатель микрофона на напольной стойке, навернуть капсюль на усилитель, вставить усилитель с капсюлем в держатель микрофона и установить на капсюль противоветровой экран, далее соединить блок питания с помощью кабелей с усилителем микрофона и со входом микрофонного студийного усилителя звукоусилительного тракта. После этого включается блок питания. При подготовке микрофона для эксплуатации на напольной стойке с вынесенным капсюлем необходимо закрепить капсюль на соединительной трубке и соединить с усилителем, установить усилитель с капсюлем и соединительной трубкой на напольной стойке. Для этого необходимо держатель соединительной трубки установить на треноге, а затем, поместив усилитель внутри держателя, закрепить его с помощью гайки, после чего на капсюль надеть противоветровой экран. Далее необходимо соединить блок питания с помощью кабелей с усилителем микрофона и со входом звукоусилительного тракта и включить блок питания. При эксплуатации микрофона следует предохранять его от резких сотрясений и ударов.

На рис. 1.1, *в* рассмотрен принцип действия конденсаторного микрофона, где под действием звукового давления происходит колебание мембраны, при этом изменяются емкость капсюля, заряд конденсатора, что приводит к изменению тока в цепи, а следовательно, и напряжения на входном сопротивлении предварительного усилителя, который служит для согласования высокого внутреннего сопротивления капсюля со сравнительно низким сопротивлением на-

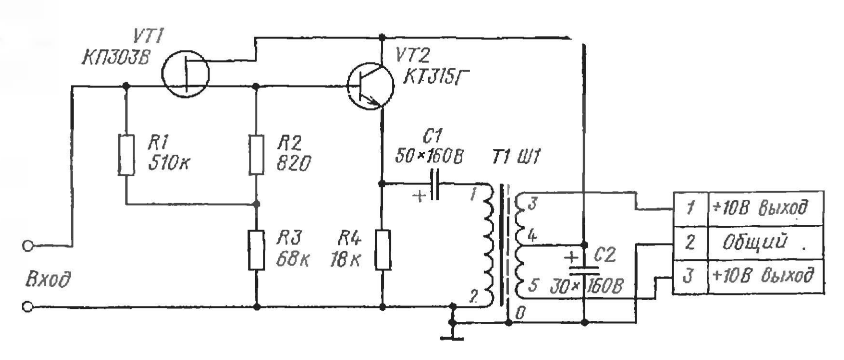


Рис. 2.94. Принципиальная электрическая схема усилителя У-109 микрофона МКЭ-4М

Рис. 2.95. Принципиальная электрическая схема блока питания микрофона МКЭ-4М

грузки (или входным сопротивлением микрофонного студийного усилителя). Принципиальная электрическая схема предварительного усилителя приведена на рис. 2.94. Этот усилитель представляет собой двухкаскадную схему с непосредственной связью между каскадами. Первый каскад собран на полевом транзисторе КП303, второй — на биполярном КТ315Г. Питание усилителя и микрофона МКЭ-4М осуществляется от блока питания (на рис. 2.95), который состоит из сетевого трансформатора, мостового выпрямителя на диодах *VD*1—*VD*4, стабилизатора напряжения постоянного тока на стабилитронах *VD*5, *VD*6 и транзисторе *VT*1 по параметрической схеме.

Частотная характеристика микрофона МКЭ-4М приведена на рис. 2.96.

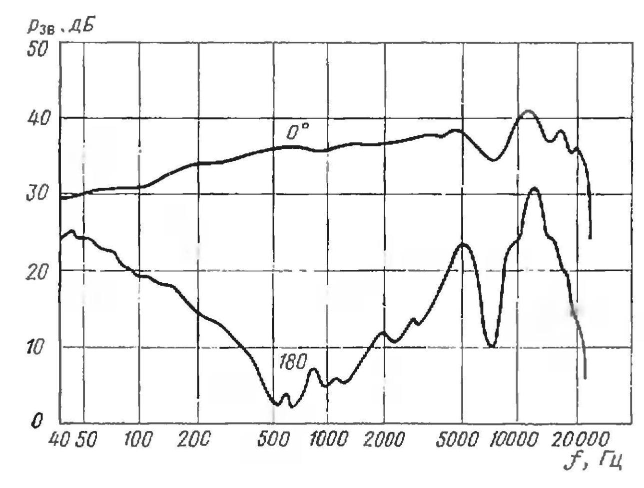


Рис. 2.96. Частотная характеристика микрофона МКЭ-4М

Основные параметры микрофона МКЭ-4М:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 15 000
Чувствительность на 1000 Гц и сопротивлении нагрузки 2 кОм, мВ/Па, не менее:	
без соединительной трубки	18
с соединительной трубкой	5,8
Средняя разность уровней чувствительности фронт—тыл в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не менее	20
Неравномерность типовой частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 15 000 Гц, дБ, не более . .	9
Коэффициент передачи усилителя на нагрузке 2 кОм, не менее:	
без соединительной трубки	0,9
с соединительной трубкой	0,29
Выходное сопротивление, Ом, не более	200
Максимальное звуковое давление микрофона без соединительной трубки при линейных искажениях 0,5%, Па . .	39
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	220±20
Напряжение питания усилителя микрофона, В	±10
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—20 ... +40
относительная влажность воздуха при 25° С, %, не более	85
Масса комплекта микрофона, г	10 360
Срок службы, лет, не менее	5

МКЭ-5

Конденсаторный электретный микроминиатюрный микрофон направленного действия МКЭ-5 предназначен для использования в качестве петличного нагрудного микрофона для приема, передачи, записи и звукоусиления музыкальных и художественных программ. Микрофон МКЭ-5 может быть использован для проведения передач из радио- и телевизионных студий, театров, киноконцертных залов и с открытых площадок. При проведении репортажей, интервью и записи речи на микрофон устанавливается ветрозащитный экран.

Микрофон МКЭ-5 изготавливается с приспособлением типа «крокодил» для прикрепления к одежде (как правило, темного цвета). В комплект поставки микрофона МКЭ-5 входят: микрофонный капсюль; блок питания; микрофонный кабель и экран ветрозащитный. Схематическое устройство микрофонного капсюля рассмотрено на рис. 1.1, *в*. При работе микрофона блок питания с гальваническим элементом находится в руке или кармане. С помощью выходного кабеля от блока питания микрофон подключается к входу звукоусилительного тракта. При перерывах в работе батарею из блока питания необходимо удалить.

Микрофон имеет круговую диаграмму направленности (рис. 1.3,*а*). Схема приема акустических волн микрофоном-приемником градиента звукового давления приведена на рис. 1.2. Схема присоединения выводов микрофона к штырям электрического соединителя показана на рис. 2.1, *а*. Микрофон крайне чувствителен к резким сотрясениям и ударам.

Основные параметры микрофона МКЭ-5:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 16 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па, *не менее*	3
Неравномерность частотной характеристики чувствительности микрофона в 50 ... 1600 частот, дБ, не более	12 ... 13
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом, не более	250
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленного собственными шумами микрофона, дБ, не более	32
Условия эксплуатации:	
температура, °С	15 ... 35
относительная влажность воздуха при 25° С, %, не более	80
многократные удары и вибрационные нагрузки	Не допускаются
Масса микрофона с блоком питания, г	120
Масса капсюля, г, не более	15
Длина кабеля, мм	2500
Габаритные размеры:	
микрофона без блока питания	15,6×38×29 мм
блока питания	25×49×60 мм

МКЭ-6

Конденсаторный односторонне направленный электретный микрофон МКЭ-6 предназначен для приема, передачи, записи и звукоусиления музыкальных и художественных программ из любых помещений. Микрофон универсален, может быть использован как в профессиональной, так и в бытовой аппаратуре магнитной записи.

Промышленностью микрофон изготавливается в одном конструктивном исполнении для работы на напольной или настольной стойке, а также в руках исполнителя. В комплект поставки микрофона МКЭ-6 входят микрофон, блок питания, предварительный усилитель, стойка-шарнир, микрофонный соединительный кабель. Схематическое устройство микрофона рассмотрено на рис. 1.1, *в*. Предварительный усилитель микрофона МКЭ-6 собран на полевом транзисторе КП303В.

Блок питания микрофона и предварительного усилителя выполнен в виде отдельной конструкции и включает в свой состав: сетевой трансформатор, выпрямитель, собранный на диодах типа КД105, емкостной фильтр и стабилизатор параметрического типа, собранный на стабилитроне и транзисторе типа П307.

Микрофон имеет кардиоидную характеристику, приведенную на рис. 1.3, *в*.

Основные параметры микрофона МКЭ-6:

Чувствительность х.х микрофона на частоте 1000 Гц, мВ/Па	3
Средняя разность уровней чувствительности фронт—срез, дБ	*18*
Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 1600
Неравномерность частотной характеристики чувствительности микрофона в диапазоне 50 ... 16 000 дБ, не более	18
Модуль полного электрического сопротивления, Ом	250
Напряжение блока питания, В	+10

Масса, г, не более	115
Габаритные размеры, мм	∅48×195
Срок службы, лет, не менее	5

МКЭ-9

Конденсаторный электретный односторонне направленный микрофон МКЭ-9 предназначен для приема и записи музыки и речи в комплекте с бытовой радиоаппаратурой, а также для систем звукоусиления.

Промышленностью микрофон выпускается в общепромышленном (МКЭ-9), экспортном, экспортно-тропическом исполнениях. Микрофон изготавливается двух видов: МКЭ-9 и МКЭ-9-1 с симметричным выходом и МКЭ-9А и МКЭ-9А-Т с несимметричным выходом. Конструктивно микрофон изготавливается в ручном варианте для ближнего действия. В комплекте поставки микрофона МКЭ-9 входят микрофонный капсюль, кассета для источника питания, стойка, шарнир и экран ветрозащитный. В качестве источника питания используется гальванический элемент А-316. В кассете собран предварительный усилитель, включающий в свой состав согласующий трансформатор и ИС К513УЕ1А. Схема включения микрофона рассмотрена на рис. 2.1, *а*.

Перед началом эксплуатации микрофона установить элемент А-316 в кассете в микрофон, для чего необходимо отвернуть капсюль микрофона. Вставить кассету с элементом контактом «плюс» внутрь корпуса микрофона. Установить микрофон на стойку или взять в руки. Подключить микрофон к входу магнитофона или звукоусилительного тракта. После окончания работы кассету из микрофона необходимо удалить.

Микрофон имеет кардиоидную характеристику направленности (рис. 1.3, *в*). Электрические соединения осуществляются при помощи соединителей типа ОНЦ-ВГ-2-3/16.

Основные параметры микрофона МКЭ-9:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 18 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па	4±2
Средний перепад чувствительности по свободному полю для углов 0 и 180° в диапазоне 250 ... 5000 Гц, дБ, не менее .	16
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 18 000 Гц, дБ, не более	15
Модуль полного электрического сопротивления на частоте 1000 Гц, Ом, не более	300
Минимально допустимое сопротивление нагрузки на входе, Ом	250
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленный собственным шумом микрофона относительно $2\cdot10^{-5}$ Па, дБ, не более	24
Напряжение питания в течение 100 ч, В	1,5
Условия эксплуатации:	
температура, °С	5 ... 40
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	93
Масса, г, не более	270
Габаритные размеры, мм	51×173
Длина соединительного кабеля, мм	1500

МКЭ-100

Конденсаторный электретный широкополосный односторонне направленный микрофон МКЭ-100 предназначен для приема передачи, высококачественной звукозаписи и звукоусиления музыки и речи в комплекте с бытовой транзисторной радиоаппаратурой любой группы сложности. Микрофон позволяет озвучивать помещения и эстрадные открытые площадки. Микрофон может быть использован в любительских конструкциях.

Микрофон изготавливается в универсальном исполнении для работы с аппаратурой звукозаписи и звукоусиления, имеющей несимметричный вход усилителя. При эксплуатации микрофона с аппаратурой, имеющей симметричный вход усилителя, необходимо перепаять провод с контакта 2 на контакт 3 в электрическом соединителе. В комплект поставки микрофона МКЭ-100 входят микрофонный капсюль, подставка настольная унифицированная, шарнир, гильза и предусилитель. Конструктивно микрофон МКЭ-100 представляет собой цилиндр, образованный крышкой, гильзой, закрывающей схему предварительного усилителя, и отсек с элементами питания, заканчивающийся микрофонным кабелем с электрическим соединителем.

Перед началом работы необходимо для установки элементов питания произвести разборку корпуса микрофона, для чего отвернуть крышку и снять гильзу. Далее установить два гальванических элемента 332 в отсек микрофона, предварительно обернув их электроизоляционным материалом, вложенным в отсек для элементов, строго соблюдая полярность включения, указанную на этикетке.

Согласующий предварительный усилитель микрофона выполнен на полевом транзисторе, включенном по схеме истокового повторителя. Режим работы транзистора по постоянному току определяется сопротивлением резистора, который включен параллельно микрофону. Каскад частотной коррекции выполнен на транзисторе КТ361Г.

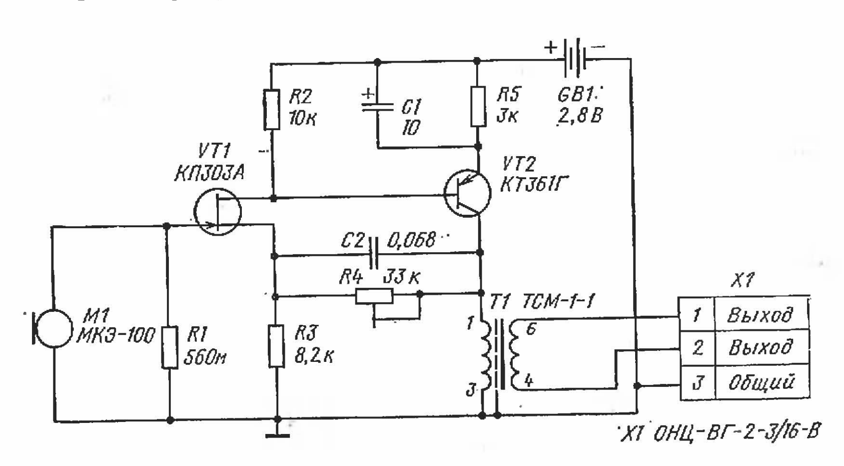
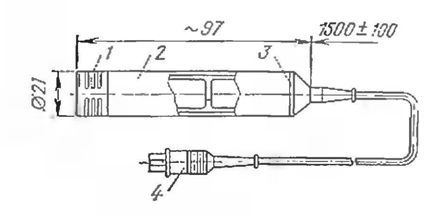


Рис. 2.97. Принципиальная электрическая схема предварительного усилителя микрофона МКЭ-100

Рис. 2.98. Общий вид микрофона МКЭ-100



Принципиальная электрическая схема включения микрофона МКЭ-100 и предварительного усилителя приведена на рис. 2.97. Общий вид микрофона МКЭ-100 аналогичен микрофону МКЭ-2 и показан на рис. 2.98.

Основные параметры микрофона МКЭ-100:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 20 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	2
Средний перепад чувствительности фронт—тыл в диапазоне 250 ... 5000 Гц, дБ, не менее	15
Отклонение индивидуальной частотной характеристики чувствительности от типовой, дБ, не более	±3
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 50 ... 20 000 Гц, дБ, не более	8
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом, не более	200
Уровень эквивалентного звукового давления, обусловленный собственными шумами микрофона, дБ, не более . . .	24
Напряжение питания предварительного усилителя, В . . .	2,5 ... 3
Условия эксплуатации:	
температура, °С	5 ... 35
относительная влажность воздуха при 20° С, %, не более	85
Масса, г, не более	110
Оптимальное расстояние микрофона от источника звука, м	0,3 ... 0,5
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы, лет, не менее	5

МКЭ-211С

Конденсаторный электретный микрофон односторонней направленности МКЭ-211С предназначен для приема и звукозаписи музыки и речи на бытовые стереофонические магнитофоны. Микрофон можно использовать также для озвучивания помещений и записи музыкальных произведений при работе с промышленными стереофоническими усилительными устройствами.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры микрофона МКЭ-211С приведены на рис. 2.99. Микрофон изготавливается по группе сложности 2 и относится к изделиям четвертого поколения. Микрофон состоит из двух капсюлей и усилителя, помещенных в один корпус. В рабочем положении микрофон устанавливается на специальную стойку с вертикальной осью.

Микрофон имеет в своем составе акустическую систему, состоящую из двух односторонне направленных капсюлей, развернутых под углом 180° относительно друг друга. Типовые диаграммы направленности микрофонов приведены на рис. 1.3. Схемы включения микрофона и соединение с соединителем рассмот-

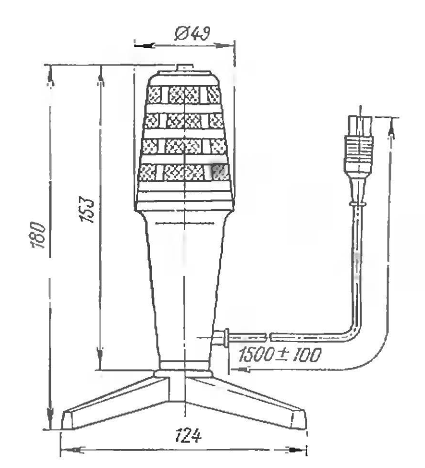


Рис. 2.99. Общий вид микрофона МКЭ-211С

рены на рис. 2.1. Уровень чувствительности микрофона проверяется в диапазоне частот 250 ... 8000 Гц. Уровень предельного звукового давления определяется на частотах 250, 1000 и 8000 Гц. Нормы электроакустических параметров обеспечиваются в закрытых помещениях при нормальных условиях эксплуатации.

Основные параметры микрофона МКЭ-211С:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	50 ... 16 000
Чувствительность по свободному полю на 1000 Гц, мВ/Па, не менее	3
Средний перепад чувствительности по свободному полю для углов приема 0 и 180° в диапазоне 250 ... 5000 Гц, дБ, не менее	15
Неравномерность частотной характеристики микрофона в диапазоне 50 ... 16 000 Гц, дБ, не более	12
Отклонение формы частотной характеристики чувствительности по свободному полю от типовой в диапазоне 50 ... ... 16 000 Гц, дБ, не более	3
Модуль полного электрического сопротивления на частоте 1000 Гц, Ом	200±40
Уровень эквивалентного звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па, дБ, обусловленный:	
воздействием на микрофон переменного магнитного поля напряженностью 0,08 А/м частотой 50 Гц, не более . .	30
собственным шумом микрофона, не более	24
Масса микрофона с элементом 316, г	220±30
Масса комплекта микрофона, г, не более	300
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	8000

Глава третья

ТЕЛЕФОНЫ

3.1. Общие требования

Телефоны — это электроакустические устройства, преобразующие электрические колебания в звуковые акустические колебания воздушной среды. По способу преобразования колебаний телефоны подразделяются на *электродинамические; электромагнитные; пьезоэлектрические; электростатические* и *специальные*. Наиболее массовое применение имеют капсюльные телефоны для телефонных аппаратов. Большую группу телефонов составляют телефоны для ре-

чевой связи и радиовещания в диапазоне 300 ... 6000 Гц. Телефоны в зависимости от области применения подразделяются на два класса: телефоны, не требующие дополнительного увеличения уровня передачи, и телефоны, требующие дополнительного увеличения уровня передачи.

Некоторые нормированные значения параметров телефонов приведены в табл. 3.1. Технические требования к телефонам изложены в ГОСТ 13491. В зависимости от условий эксплуатации телефоны подразделяются на две категории «Н» и «У». Телефоны с индексом «Н» предназначены для работы при температуре окружающей среды —10 ... +45° С, относительной влажности воздуха до 93% при 25° С, телефоны с индексом «У» (устойчивые) — для работы в диапазоне температур —50 ... +50° С, относительной влажности воздуха до 98% при 27° С.

Наибольшее распространение получили электромагнитные телефоны с диапазоном воспроизводимых частот 300 .... 3000 Гц. Они выпускаются в виде капсюлей для головных телефонов, телефонных аппаратов и специально для слуховых аппаратов.

Конструкция телефона капсюльного типа представляет единую сборочную единицу, которая соответствует определенному гнезду микротелефонной трубки и обеспечивает возможность подключения его в схему телефонного аппарата с помощью контактных пружин или разъемных соединений (2,8×0,5×6,5) мм или винтов М2,5. Капсюль телфона не ремонтируется.

Условия эксплуатации телефонов:

Повышенная влажность воздуха, % при 25° С, %	87 ... 93
Температура, °С:	
предельная	—50 ... +55
рабочая	—10 ... +45
Пониженное атмосферное давление, Па	$1{,}2\cdot10^4$ (90 мм рт. ст.)
Синусоидальная вибрация, Гц	5 ... 25
Механические удары многократного действия (в упаковке):	
пиковым ускорением, м/с²	147 (15g)
общее число, не более	15 000
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	50 000
Средний срок службы телефонов, лет, не менее	10
Гамма-процентный срок сохраняемости телефонов при риске заказчика β=95%, лет, не менее	3

Телефоны могут иметь значения параметров, отличающиеся от указанных в табл. 3.1. Например, значение модуля полного электрического сопротивления и соответствующее ему предельное значение напряжения приведены в табл. 3.2. При неизвестном номинальном значении модуля полного электрического сопротивления напряжение должно быть не более 0,5 В. Средняя отдача телефона определяется с погрешностью ±1,2 дБ в диапазонах 50 ... 5000 Гц и ±1,7 дБ в диапазоне 50 ... 6000 Гц.

Частотные характеристики чувствительности телефонов и их отдачи получают методом непрерывной записи и измерением на определенных частотах рабочего диапазона. Неравномерность частотной характеристики чувствительности определяется по формуле $\Delta S = 20\lg S_{max}/S_{min}$, где S_{max} и S_{min} — макси-

Таблица 3.1. **Параметры телефонов для телефонных аппаратов**

Параметры	Значение параметров по классам	
	I	II
Эквивалент затухания приема при затухании абонентской линии:		
0, не менее	—	—6
4,5 дБ, не более	—	—2,5
Отдача на 1000 Гц, Па, не менее	4	—
Частотная характеристика коэффициента:		
приема	—	См. рис. 3.1
отдачи	См. рис. 3.2	—
Суммарный коэффициент гармонических искажений на 1000 Гц, %, не более	4	4
Модуль полного электрического сопротивления телефона на 1000 Гц, Ом	260±52	260±52
Изменение эквивалента затухания приема при затухании абонентской линии 0 дБ не должно превышать максимального значения, дБ, более чем на:		
при повышенной относительной влажности	—	1,7
при повышенной и пониженной температуре	—	0,9
после 200 000 циклов работы и испытаний на безотказность	—	1
Отдача на 1000 Гц, после 200 000 циклов работы, Па, не менее	3,5	—
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, после 200 000 циклов работы, Ом	260±78	360±78

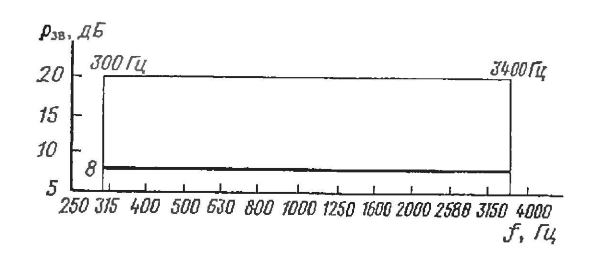


Рис. 3.1. Область частотной характеристики коэффициента приема телефона

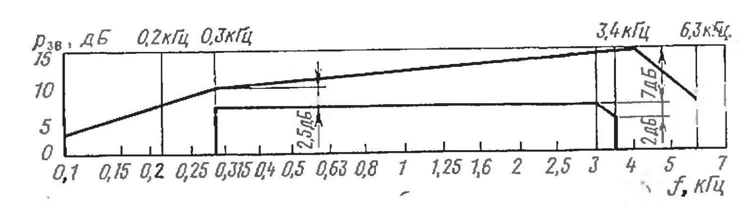


Рис. 3.2. Область частотной характеристики коэффициента отдачи телефона

мальное и минимальное значения чувствительности в диапазоне частот, для которого определяется неравномерность. Неравномерность отдачи телефона вычисляется по формуле $\Delta\alpha = 20 \lg \alpha_{max}/\alpha_{min}$, где α_{max} и α_{min} — максимальное и минимальное значения отдачи в диапазоне частот, для которого определяется неравномерность.

Массогабаритные характеристики телефонов для телефонных аппаратов также имеют нормированные значения: диаметр телефона не должен превышать 48 мм; толщина не более 30 мм, а масса не более 60 г.

Основные параметры некоторых типов телефонов приведены в табл. 3.3.

3.2. Телефоны электромагнитные

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электромагнитные телефоны применяются в телефонных аппаратах, переговорных устройствах, гарнитурах и т. п. Они предназначены для работы непосредственно на объем слухового канала ушной раковины и не являются в этом случае излучающими системами. Иногда в радиолюбительских конструкциях телефон используется вместо громкоговорителя, например в карманных радиоприемниках. Электромагнитный телефон — это постоянный магнит, между полюсными наконечниками которого расположена диафрагма или скрепленный с ней якорь. При передаче электрических колебаний в катушках телефона протекает переменный ток, создающий переменное магнитное поле, изменяющее магнитный поток, протекающий через витки обмотки, намотанной на магнитопровод. При изменении магнитного поля меняется магнитное сопротивление системы, которое воздействует на диафрагму телефона, заставляя ее колебаться, а значит, изменяется давление в воздушной среде, вызывающее акустические колебания. В телефонах электромагнитного типа на постоянный магнитный поток магнитной системы накладывается переменный поток звуковой частоты, создаваемый катушками.

Качество электромагнитных телефонов определяется рядом электроакустических параметров, например коэффициентом электромеханической связи, который определяется по формуле $K = B_0 Q w/\delta$, где B_0 — постоянная индукция в зазоре между полюсными наконечниками и диафрагмой; Q — сечение зазора; w — число витков катушки; δ — толщина воздушного зазора. При выборе телефона для конкретного применения в РЭА необходимо помнить, что при одинаковых отдачах телефоны могут иметь различные значения чувствительности. Для того чтобы была возможность выбрать телефон по отдаче с разным сопротивлением, введено понятие «приведенная чувствительность», которая определяется по формуле $M_{пр} = M_т \sqrt{Z_т/Z_{ст}}$, где $M_т$ — чувствительность телефона; $Z_т$ — модуль электрического сопротивления; $Z_{ст}$ — стандартное сопротивление (в телефонии 600 Ом).

ТК-47

Электромагнитный телефон ТК-47 предназначен для применения в телефонных аппаратах широкого назначения и переговорных устройствах ранних

Таблица 3.2.

Модуль полного электрического сопротивления телефона на 1000 Гц, Ом	Предельное напряжение, В	Модуль полного электрического сопротивления телефона на 1000 Гц, Ом	Предельное напряжение, В
50	0,21	1200	1,1
100	0,32	4000	2
150	0,39	8000	2,83
180	0,42	10 000	3,15
260	0,51	20 000	4,5
300	0,55	60 000	7,75
600	0,78		

Таблица 3.3. **Основные параметры**

Обозначение телефона и назначение	Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	Неравномерность частотной характеристики, дБ	Модуль полного электрического сопротивления, Ом	Средняя отдача телефона, Па	Масса, г	Габаритные размеры, мм
ТДМ-1Э электродинамический для аппаратуры связи и сигнализации	150 ... 5000	20	300±60	5 ... 8	50	∅ 25,5×23
ТКЭ-2-600 электромагнитный для аппаратуры связи и телефонных аппаратов	300 ... 3400	18	600±150	—	130	∅ 46×32
ТКЭД-7 электромагнитный для телеграфных аппаратов	300 ... 3400	12	260±50	14...21	60	∅ 48×24,5
ТМ-2 электромагнитный в слуховых аппаратах и для радиоприемников	300 ... 3000	—	450±90	4,5	20	∅ 22×11,7
ТМ-4 электромагнитный для прослушивания программ, принимаемых радиоприемником	300 ... 3000	15	50±10	1,7	22	∅ 15×22
ТОН-2 электромагнитный для работы совместно с радиоприемниками и другой РЭА	300 ... 3000	20	12000	4	170	—
ТГ-9 электромагнитный для аппаратуры связи	200 ... 6000	15	5000	6	170	—
12А-25 электродинамический измерительный для контроля звукозаписи	40 ... 16000	12	60±10	6	365	∅ 42×135×165

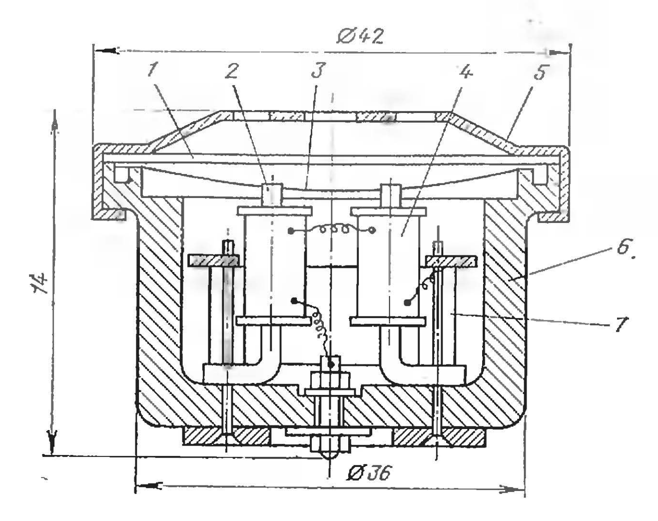


Рис. 3.3. Капсюль телефона ТК-47

разработок в качестве вспомогательного запаса инструментов и приспособлений (ЗИП). Телефонный капсюль может быть использован начинающими радиолюбителями в своих конструкциях в качестве звукоизлучателя.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры К-47 приведены на рис. 3.3. Телефон состоит из диска защитного *1*, изготавливаемого из специального акустически прозрачного материала; полюсного наконечника магнитопровода *2*; диафрагмы *3*, изготавливаемой из ферромагнитного сплава; катушки индуктивности *4* с намоткой из тонкого провода, установленной на магнитопровод (в телефоне применено две катушки); корпуса *6*, изготовленного из ударопрочной пластмассы; постоянного магнита *7*, который вместе с полюсными наконечниками создают магнитную систему.

Частотная характеристика чувствительности телефона в диапазоне 30 ... ... 3000 Гц является численной зависимостью от частоты уровня звукового давления. По техническим характеристикам телефон может быть отнесен к изделиям группы сложности 3, изготавливается как неремонтируемое изделие с повышенным ресурсом работы в жестких условиях эксплуатации. Телефон ТК-47 относится к третьему поколению радиоэлектронных изделий.

Основные параметры телефона ТК-47:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3000
Средняя чувствительность в диапазоне 300 ... 3000 Гц, Па/В	15 ... 17
Эквивалент затухания приема при затухании абонентской линии, дБ:	
0 дБ	—6 ... 2,5
4,5 дБ, не более	2
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	260
Сопротивление катушек постоянному току, Ом	130
Средняя отдача на 1000 Гц, не менее, Па	15

Условия эксплуатации:

температура окружающей среды, °C	—25 ... +40
относительная влажность воздуха при 25° C, %, не более	93
атмосферное давление, кПа	84 ... 107 (630 ... 800 мм рт. ст)
Масса, г, не более	35
Габаритные размеры, мм	Ø 42×14
Наработка на отказ, цикл, не менее	200 000
Срок службы, лет, не менее	10
Гарантийный срок эксплуатации, г, не менее	2

ТА-4

Электромагнитный телефон ТА-4 предназначен для применения в телефонных аппаратах промышленного и бытового назначения, в переговорных устройствах, аппаратуре связи и на радиостанциях. Телефон может быть использован в радиолюбительских конструкциях.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона ТА-4 приведены на рис. 3.4. Телефон изготавливается одного типа двух исполнений (ГОСТ 7152). Телефон ТА-4 изготавливается для эксплуатации в условиях умеренно-холодного климата. Телефон ТА-4-Т предназначен для работы в аппаратуре связи в условиях тропического климата в интервале температур —40 ... +70° C и относительной влажности до 98% при 35° C. Телефон изготавливается двух видов: ТА-4-Т с сопротивлением постоянному току 2200 Ом и рабочим напряжением не более 10 В и телефон ТА-4-Т с сопротивлением 65 Ом и рабочим напряжением не более 2 В. Конструкторской документацией предусмотрено изготовление телефона для поставки на экспорт. Конструкция телефона относится к неремонтируемым изделиям: часть деталей закрепляются наглухо в корпусе *1*, который изготавливается из ударопрочной пластмассы; *2* — полюсные наконечники являются частью постоянного магнита, которые вместе образуют магнитную систему телефона; *3* — диафрагма, изготавливаемая из ферромагнитного сплава и прижимаемая к верхней плоскости корпуса завинчивающейся крышкой *4*; *5* — акустическая перегородка с отверстиями, закрытыми шелком и жестко укрепленная в корпусе; *6* — постоянный магнит, запрессованный в корпус. На тыльную сторону телефона выведены контактные выводы для подключения телефонного провода. Крепятся провода винтами М2,5.

Аналоговая электрическая схема телефона приведена на рис. 3.5, где приняты следующие обозначения: m_0, r_0, c_0 — масса, активное сопротивление и гибкость диафрагмы; c_1 — гибкость воздуха в объеме между крышкой и диафрагмой; m_2, r_2 — масса и активное сопротивление воздуха в отверстиях акустической перегородки; c_2 — гибкость воздуха под акустической перегородкой; c_3 — гибкость воздуха в объеме между диафрагмой и крышкой; m_3, r_3 — масса и активное сопротивление воздуха в отверстиях крышки; c_4 — гибкость воздуха в объеме между телефоном и ухом.

Частотная характеристика телефона относительно равномерна, чувствительность телефона находится в прямой зависимости от сопротивления постоянному току. Характеристики телефона измерены при нормальных климатических условиях.

Рис. 3.4. Общий вид телефона ТА-4 (ТА-4-Т)

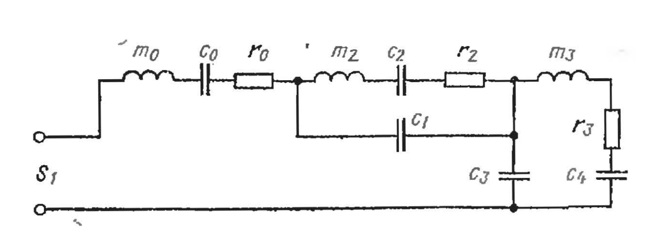


Рис. 3.5. Аналоговая электрическая схема телефона ТА-4

Основные параметры телефона ТА-4:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц:	
ТА-4	300 ... 4000
ТА-4-Т	300 ... 3000
Средняя чувствительность в диапазоне 300 ... 4000 Гц при сопротивлении постоянному току, Па/В, не менее:	
2200 Ом	3
65 Ом	15
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц для телефонов с сопротивлением, Ом:	
2200 Ом	$10\,000^{+2000}_{-1500}$
65 Ом	300^{+60}_{-45}
Коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц при подаче напряжения на телефон с сопротивлением, %, не более:	
2200 Ом — 25 В	5
65 Ом — 4 В	5
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки с частотой 20 Гц и ускорением, м/с^2, не более	19,6 (2*g*)
многократные удары с ускорением, м/с^2:	
24 000	78,5 (8*g*)
6000	117,7 (12*g*)
температура, °С:	
рабочая	—20 ... +55
предельная	—50 ... +70
относительная влажность воздуха без конденсации влаги при 40° С, %, не более	98
атмосферное давление воздуха, кПа	75,8 ... 106,7 (570 ... 800 мм рт. ст.)
Масса, г, не более	60
Габаритные размеры, мм	⌀ 51×24,5
Минимальное значение вероятности безотказной работы за 500 ч и при риске заказчика 0,1, не менее	0,9
Срок службы, лет, не менее	10
Срок гарантии, г, не менее	2,5

ДЭМ-4М

Электромагнитный дифференциальный малогабаритный телефон ДЭМ-4М капсюльной конструкции предназначен для применения в аппаратуре связи и сигнализации, телефонных аппаратах и переговорных устройствах, работающих в условиях нормального, умеренно-холодного и тропического климата. Телефон может быть использован в радиолюбительских конструкциях.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона ДЭМ-4М приведены на рис. 3.6. Промышленностью изготавливается один тип телефона в двух исполнениях для эксплуатации в умеренно-холодном и тропическом климате. Телефон в тропическом исполнении обозначается ДЭМ-4М-Т, имеет дополнительную защиту при работе в условиях повышенной температуры и влажности. По своим массогабаритным и техническим характеристикам телефон относится к изделиям третьего поколения второго класса. Телефон является неремонтируемым изделием и имеет увеличенный ресурс работы в жестких ус-

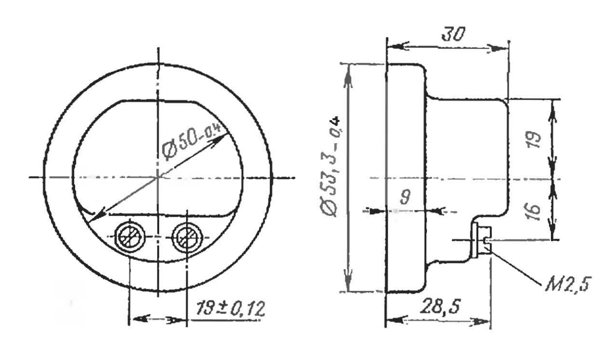


Рис. 3.6. Общий вид телефона ДЭМ-4М (ДЭМ-4М-Т)

ловиях эксплуатации. Требования к конструкции телефона изложены в ГОСТ 7152—85.

Телефон может быть использован в качестве микрофона, и в этом случае средняя чувствительность микрофона ДЭМ-4М обеспечивается в пределах 10 ... ... 12 мВ/Па. Частотная характеристика телефона ДЭМ-4М укладывается в область, показанную на рис. 3.1 и 3.2. Телефон в тропическом исполнении имеет более высокие параметры и технические характеристики при повышенных значениях внешних воздействующих факторов: климатических и механических без увеличения массогабаритных характеристик.

Среднее значение модуля полного электрического сопротивления телефона определяется на частотах 300; 500; 800; 1000; 1200; 1600; 2000; 2500 и 3000 Гц.

Основные параметры телефона ДЭМ-4М:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3000
Средняя чувствительность капсюля при работе в качестве микрофона в диапазоне 300 ... 3000 Гц в режиме х.х, мВ/Па, не менее	10
Резонансная частота капсюля, Гц, нагруженного на камеру ИУ в пределах:	
первая резонансная частота	1040 ... 1560
вторая резонансная частота	2125 ... 2875
Средняя отдача капсюля при работе в качестве телефона в диапазоне 300 ... 3000 Гц, Па, не менее:	
в нормальных условиях эксплуатации	28
при повышенной и пониженной температурах, при повышенной относительной влажности	25
в условиях тропического климата	9
Среднее значение модуля полного электрического сопротивления в диапазоне 300 ... 3000 Гц, Ом, не менее	600
Предельное переменное напряжение с частотой 50 Гц при испытании изоляции, В, не менее	400
Напряжение звукового сигнала в диапазоне 280 ... 3500 Гц, В	2,4 ... 4,8
Максимальное напряжение на выводе телефонного капсюля, В	0,8
Вибрационные нагрузки телефона с ускорением, м/с^2:	
с частотой 15 Гц и амплитудой 1,5 мм ДЭМ-4М	9,81 (1g)
с частотой 20 Гц и амплитудой 1,5 мм ДЭМ-4М-Т	19,6 (2g)

Масса, г, не более:	
ДЭМ-4М	125
ДЭМ-4М-Т	115
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика β=0,1, не менее	0,75
Наработка на отказ, ч, не менее	50 000
Срок службы телефона, лет, не менее	10

ТКЭД-8

Электромагнитный дифференциальный телефон ТКЭД-8 предназначен для применения в аппаратуре средств связи и сигнализации, телефонных аппаратах общепромышленного назначения, работающих в речевом диапазоне частот. Телефон может быть применен в переговорных устройствах и радиолюбительских конструкциях.

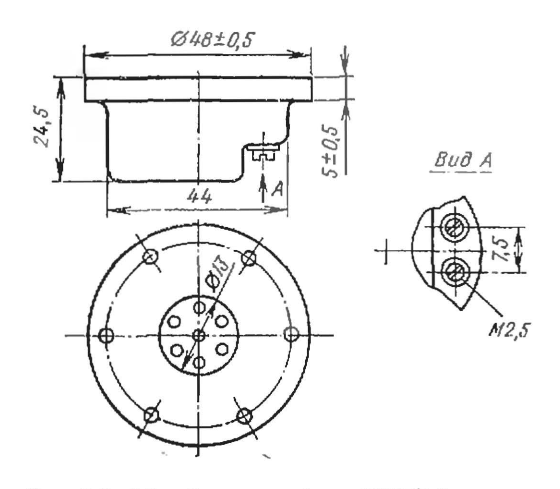


Рис. 3.7. Общий вид телефона ТКЭД-8

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона ТКЭД-8 приведены на рис. 3.7. Телефон изготавливается в двух исполнениях: ТКЭД-8-Н для работы в условиях, определяемых исполнением 0 по категории размещения 4 в соответствии с ГОСТ 15150; ТКЭД-8-Т для работы в условиях тропического климата. Конструкция телефона обеспечивает уменьшение нелинейных искажений по второй гармонике, свойственных электромагнитным системам преобразования. Дифференциальная конструкция телефона позволяет изменить в определенной мере соотношение силы притяжения диафрагмы методом наложения постоянного магнитного потока на переменный.

Массогабаритные характеристики телефона ТКЭД-8 соответствуют требованиям ГОСТ 7152.

Область частотной характеристики телефона ТКЭД-8 приведена на рис. 3.8.

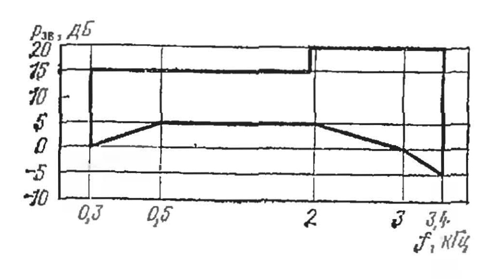


Рис. 3.8. Область частотной характеристики телефона ТКЭД-8

Основные параметры телефона ТКЭД-8:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3400
Эквивалент затухания приема при затухании абонентской линии:	
при нормальных климатических условиях	1(+0,1 Нп) ... ... 3(—0,3 Нп)
при повышенной относительной влажности до 98% при 40° С, не более	5
при пониженной и повышенной температурах, не более	4
Коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц, %, не более	5
Суммарный коэффициент гармонических искажений ТКЭД-8-Н, %, не более	5
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом:	
при нормальных климатических условиях	260±52
при повышенной относительной влажности до 98% при 40° С	260±78
Отдача на 1000 Гц, Па, не менее	6
Напряжение на выводе телефона частотой 1000 Гц при определении модуля полного электрического сопротивления, В, не более	0,5
Предельное напряжение изоляции (50 Гц) между корпусом телефона и выводами в течение 1 мин, В	500
Сопротивление изоляции между токоведущими выводами и корпусом, МОм, не менее	10
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 15 ... 70 Гц с ускорением, м/с^2, не более	34,3 (3,5g)
многократные удары с ускорением, м/с^2, не более	117,7 (12g)
температура, °С:	
рабочая для ТКЭД-8-Н	—10 ... +45
рабочая ТКЭД-8-Т	—50 ... +65
повышенная	50
пониженная	—50
Масса, г	55
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика $\beta=0,1$, не менее	0,9
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	50 000
Срок службы телефона, лет, не менее	10

ТГ-7М

Электромагнитный малогабаритный телефон ТГ-7М предназначен для работы в аппаратуре связи, специальных телефонных аппаратах и гарнитурах.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона приведены на рис. 3.9. Телефон изготавливается в одном конструктивном исполнении в двух вариантах для работы в умеренно-холодном и тропическом климате. Телефон в тропическом исполнении имеет обозначение ТГ-7М-Т. Конструкция телефона приспособлена для установки в телефонные гарнитуры и обеспечивает дополнительное крепление специальных наушников. Телефон изготавливается в микроминиатюрном исполнении, имеет улучшенные массогабаритные характеристики и относится к изделиям третьего поколения электротехнических изделий, предназначенных для использования совместно с РЭА, выполненной на ПП. Конструктивно телефон является неремонтируемым изделием II класса.

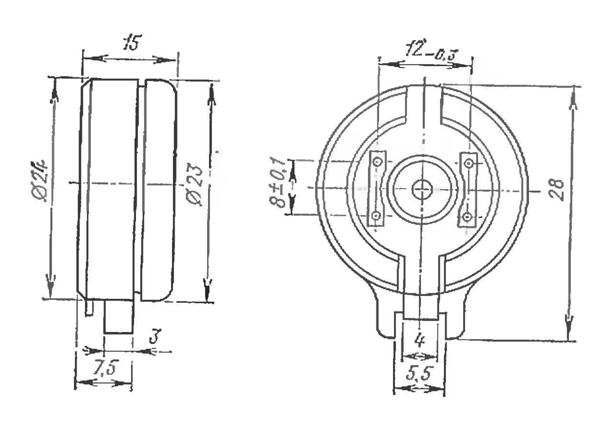


Рис. 3.9. Общий вид телефона ТГ-7М

Параметры определены для нормальных условий эксплуатации. При повышенной и пониженной температурах, а также при повышенной относительной влажности параметры телефона изменяются не более чем на 10%.

Основные параметры телефона ТГ-7М:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3000
Неравномерность частотной характеристики отдачи в диапазоне 30 ... 3000 Гц, дБ, не более	27
Средняя чувствительность в диапазоне 300 ... 3000 Гц, В/Па	
в нормальных климатических условиях	8 ... 14
при повышенной и пониженной температурах, при повышенной влажности воздуха и воздействии инея и росы	7 ... 14
Коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц, %, не более, при подведенном к телефону напряжении 3,25 В	8
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	300±60
Сопротивление изоляции между токоведущими выводами и корпусом, МОм, не менее	10
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки с частотой 20 Гц с ускорением, м/с², не более	19,6 (2g)
температура, °С	—50 ... +50
относительная влажность воздуха при 25° С, %, не более	98
Масса, г, не более	10,5
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика β=0,1	0,87
Срок службы, лет, не менее	10,5

ТК-67

Электромагнитный телефон ТК-67 предназначен для применения в аппаратуре средств связи, но наибольшее применение телефон имеет в телефонных аппаратах общего и промышленного назначения. Телефон может быть использован в специальных гарнитурах и головных телефонах, а также в малогабаритных радиоприемниках, радиолюбительских конструкциях и сигнальных устройствах.

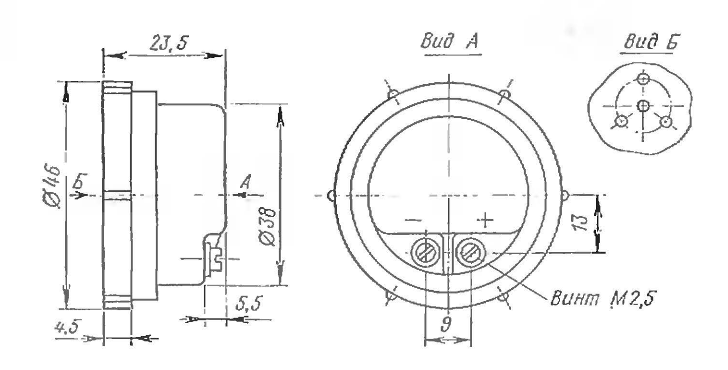


Рис. 3.10. Общий вид телефона ТК-67

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры ТК-67 приведены на рис. 3.10. Телефон ТК-67 изготавливается одного конструктивного исполнения по конструкторской документации и в соответствии с требованиями ГОСТ 6495—89, ГОСТ 7152—85. По устойчивости к внешним климатическим и механическим воздействиям телефоны изготавливаются двух категорий: ТК-67-НТ — нормальные, рассчитанные на диапазон рабочих температур —10° С ... +45° С и относительную влажность воздуха не более 98% при температуре не выше 40° С.

По параметрам ТК-67 относится к II классу и отвечает требованиям, предъявляемым к изделиям третьего поколения.

Основные параметры телефона ТК-67:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3400
Суммарный коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц, %, не более	5
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц в нормальных климатических условиях, Ом:	
ТК-67-УТ (1700 Ом)	10 000±2000
ТК-67-УТ (100 000 Ом)	260±78
Средняя отдача в диапазоне 300 ... 3400 Гц, Па, не менее:	
при нормальных климатических условиях	6
при повышенной, пониженной температурах, повышенной относительной влажности, не менее	5
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 15 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	39,2 (4g)
многократные удары с ускорением, м/с², не более	147 (15g)
ТК-67-НТ	12
ТК-67-УТ	15
температура, °С:	
повышенная рабочая	50
повышенная предельная	65
пониженная рабочая:	
ТК-67-НТ	—10
ТК-67-УТ	—40
Масса, г, не более	60
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	50 000
Срок службы, лет, не менее	10

Электромагнитный телефон ТК-56М предназначен для работы в аппаратуре радиосвязи и комплексов средств проводной и служебной связи на линиях. Телефон ТА-56М используется для комплектации микротелефонных трубок и гарнитур. Телефон применяется в условиях умеренно-холодного и тропического климата в широком диапазоне внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и др.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона приведены на рис. 3.11. Телефон изготавливается следующих исполнений: ТА-56М и ТА-56М-Т. Телефон ТА-56М-Т в зависимости от сопротивления постоянному току выпускается следующих видов: ТА-56М-Т (50 Ом); ТА-56М-Т (100 Ом); ТА-56М-Т (1600 Ом).

Телефон является неразборным изделием с увеличенным ресурсом безотказной работы, относится к третьему поколению электротехнических изделий, предназначенных для совместной работы с аппаратурой, выполненной на ПП и ИС. Конструкция телефона герметизирована, что позволяет эксплуатировать его в условиях повышенной относительной влажности и повышенной температуры. Подключение телефона к абонентской линии и РЭА обеспечивается при помощи двух выводов с обозначенной полярностью и винтов М2,5. Телефон ремонту не подлежит. Массогабаритные характеристики телефона укладываются в требования государственного стандарта.

Область частотной характеристики отдачи телефона, в которую должна укладываться частотная характеристика ТА-56М, приведена на рис. 3.12. Номинальные значения основных электроакустических параметров телефона соот-

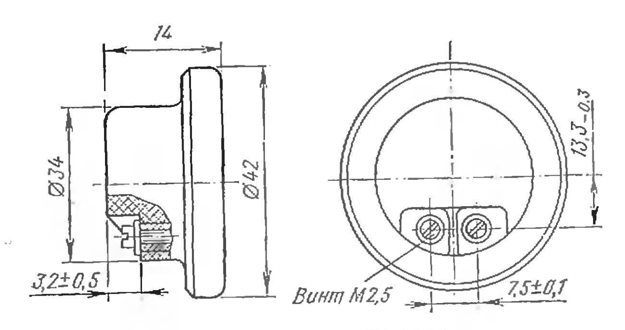


Рис. 3.11. Общий вид телефона ТА-56М

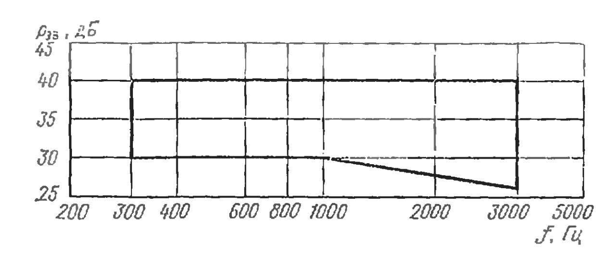


Рис. 3.12. Область частотной характеристики телефона ТА-56М

ветствуют нормальным климатическим условиям. При воздействии на телефон предельных значений температуры и относительной влажности происходит частичное снижение параметров в пределах, установленных КД и ТУ.

Основные параметры телефона ТА-56М:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3000
Неравномерность частотной характеристики отдачи в диапазоне 300 ... 3000 Гц, дБ, не более	13
Коэффициент нелинейных искажений телефона, %, не более:	
на 1000 Гц	8
при напряжении, В, на телефонах с сопротивлением постоянному току	
50 Ом	4
100 Ом	6,5
1600 Ом	25
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц для телефонов с сопротивлением постоянному току, Ом:	
50 Ом	300±60
100 Ом	600±120
1600 Ом	10 000±2000
Средняя отдача в диапазоне 300 ... 3000 Гц, Па, не менее	
в нормальных условиях эксплуатации	5,5 ... 10
при повышенных температуре и относительной влажности	5
при пониженной температуре	3
Условия эксплуатации:	
температура, °С:	
повышенная рабочая	+55
повышенная предельная	+65
пониженная рабочая	—20
пониженная предельная	—50
транспортирования в упаковке	—60
относительная влажность воздуха, %:	
рабочая при 25° С	98
предельная при 40° С	100
атмосферное давление воздуха, кПа	53,3 ... 106,7 (400 ... 800 мм рт. ст.)
Масса, г, не более	35
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика $\beta=0{,}1$	0,92
Срок службы, лет, не менее	12
Срок гарантии, лет, не менее	5

КЭД-2Э

Электромагнитный дифференциальный телефон КЭД-2Э предназначен для работы в аппаратуре связи в условиях повышенных температуры окружающей среды, относительной влажности и ударных нагрузок. Телефон может быть использован для эксплуатации в аппаратуре, работающей под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется свободный доступ наружного воздуха, определенных категорией размещения 2.1. Достаточ-

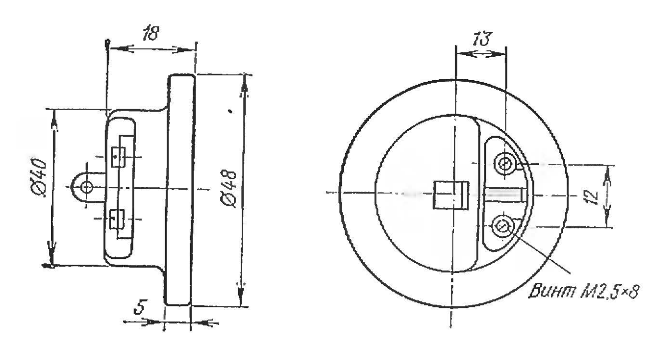


Рис. 3.13. Общий вид телефона КЭД-2Э

но высокие электроакустические параметры телефона позволяют использовать его для работы в аппаратуре радиосвязи, а также в любительских конструкциях.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона КЭД-2Э приведены на рис. 3.13. Конструкция телефона неразборная, неремонтируемая. По массогабаритным характеристикам и электроакустическим параметрам телефон относится к изделиям третьего поколения II класса. Корпус телефона изготовлен из ударопрочной пластмассы, на передней крышке которого имеются круглые акустические отверстия, закрытые с внутренней стороны сеткой. На тыльной стороне корпуса расположены два выводных контакта для крепления телефонного провода винтами М2,5, а также контактный лепесток для пайки заземляющего провода. Конструкция телефона обладает повышенной герметичностью.

Допусковая область частотной характеристики показана на рис. 3.2 и 3.3. Все номинальные значения параметров измерены при нормальных климатических условиях. Телефонный капсюль обеспечивает высокие показатели надежности и долговечности.

Основные параметры телефона КЭД-2Э:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	100 ... 3400
Неравномерность частотной характеристики отдачи в диапазоне 100 ... 3400 Гц, дБ, не более	13
Суммарный коэффициент гармонических искажений звукового давления, создаваемого капсюлем на 1000 Гц при напряжении на его зажимах 0,6 В, %, не более	5
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	300±60
Средняя отдача в диапазоне 100 ... 3400 Гц, Па, не менее:	
в нормальных условиях эксплуатации	10
при повышенной относительной влажности, повышенной и пониженной температурах, в условиях воздействия инея и росы	9
Сопротивление изоляции между токонесущими жилами и корпусом, МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	20
при повышенной температуре	5
при повышенной относительной влажности	1

Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки, м/с^2, не более	
в диапазоне 10 ... 120 Гц с ускорением	39,24 м/с^2 (4g)
при транспортировании с ускорением	1176 (120 g)
падение на грунт с высоты 0,5 м	Допускается
ударные нагрузки, м/с^2, не более:	
одиночные удары с ускорением	147 (15g)
4000 ударов с длительностью ударного импульса 5 ... 10 мс и ускорением	1176 (120g)
7000 ударов с длительностью ударного импульса 5 ... 10 мс и ускорением	147 (15g)
20 000 ударов с длительностью ударного импульса 5 ... 10 мс и ускорением	98,1 м/с^2 (10g)
40 000 ударов с длительностью ударного импульса 5 ... 10 мс, 30 ... 60 уд./мин с ускорением	49, 05(5g)
температура, °С:	
повышенная рабочая	35
пониженная рабочая	—20
повышенная предельная	65
пониженная предельная	—50
относительная влажность воздуха при 40° С, %, не более	98
иней и роса	Допускаются
Масса, г, не более	90
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	12 500
Срок службы, лет, не менее	15

ТМ-3

Электромагнитный телефон малогабаритной конструкции предназначен для работы в аппаратуре связи при озвучивании рабочих мест участников конференций, заседаний и совещаний в больших аудиториях, а также в связной аппаратуре, работающей на открытом воздухе при —40 ... +40° С и относительной влажности до 90%, при напряжении не более 2 В.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона ТМ-3 приведены на рис. 3.14. Телефон ТМ-3 производится в двух исполнениях: в нормальном для умеренно-холодного климата и в тропическом (ТМ-3-Т). При прослушивании передач телефон может удерживаться на ушной раковине с помощью держателя либо вставляться в ухо с помощью специального вклады-

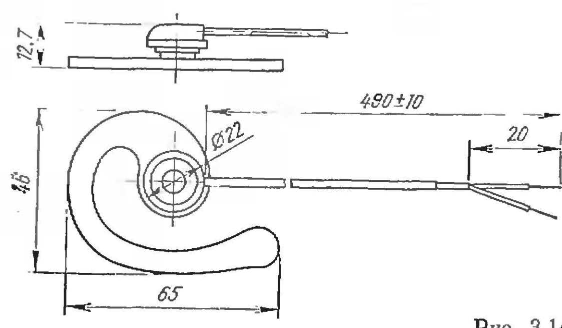


Рис. 3.14. Общий вид телефона ТМ-3

ша. Телефон снабжен соединительным шнуром, заделанным в капсюле длиной до 0,5 м. Заделка шнура выдерживает натяжение усилием не более 1 кг.

Органолептические параметры и технические характеристики телефона позволяют отнести его к изделиям четвертого поколения, которые предназначены для совместной работы с аппаратурой, выполненной на ПП и ИС.

Основные параметры телефона ТМ-3:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	300 ... 3000
Средняя чувствительность в диапазоне 300 ... 3000 Гц, Па/В, не менее:	
в нормальных климатических условиях эксплуатации	4,5
при повышенной и пониженной температурах и повышенной относительной влажности	4
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне 300 ... 3000 Гц, дБ, не более	18
Коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц, %, не более	8
Модуль полного электрического сопротивления на 1000 Гц, Ом	450±90
Напряжение, подаваемое на выводы телефона в диапазоне 250 ... 3500 Гц, В	0,7 ... 1,4
Условия эксплуатации:	
температура, °С	—10 ... +40
относительная влажность при 25° С, %, не более, для:	
ТМ-3	90
ТМ-3-Т	100
Масса, г, не более	20
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика β=0,1, не менее, для:	
ТМ-3	0,75
ТМ-3-Т	0,92

3.3. Телефоны электродинамические

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электродинамические катушечные телефоны применяются в головных стереофонических телефонах для прослушивания высококачественных музыкальных и художественных программ в стереофоническом исполнении. Электродинамические телефоны изготавливаются в двух конструктивных исполнениях: *диффузорные телефоны* и *капсюльные*. Предпочтение отдается капсюльным телефонам: их электроакустические параметры выше, а конструкция более технологична, массогабаритные характеристики на порядок выше. В диффузорных телефонах подвижная система выполнена в виде диффузора громкоговорителя, заключенного в корпус телефона. В капсюльных телефонах подвижная система состоит из куполообразной диафрагмы, соединенной с подвижной катушкой, заключенных в корпус.

Электродинамические телефоны обеспечивают по сравнению с электромагнитными более широкий диапазон рабочих частот, меньшие нелинейные искажения, улучшенные массогабаритные характеристики. Номинальные значения диапазона частотной характеристики телефонов рассматриваемой системы на-

ходятся в пределах 100...7000 Гц. Номинальное выходное сопротивление телефонов выбирается из следующего ряда: 8; 16; 100; 200; 300; 600; 1000; 2000 и 4000 Ом. Сопротивление выхода для подключения телефонов для аппаратуры с выходной мощностью менее 10 Вт не нормировано.

ТДК-1

Электродинамический телефон ТДК-1 предназначен для работы в аппаратуре связи для приема и прослушивания информации, передаваемой голосом, а также для сигнализации в системах оповещения и связи.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона приведены на рис. 3.15. Телефон относится к неразборным, неремонтируемым изделиям с повышенным ресурсом работы в достаточно жестких условиях эксплуатации, при воздействии на них климатических, механических и других нагрузок.

Телефон ТДК-1 состоит из сложной магнитной системы и диафрагмы. А магнитная система содержит дискообразный постоянный магнит, имеющий полюса и акустические отверстия по всей своей плоскости, чтобы обеспечить проход звука при колебаниях диафрагмы.

На тыльную сторону телефона выведены три контакта для подключения к РЭА. Два контакта являются выводами звуковых катушек, третий — общим для заземления корпуса телефона.

По своим параметрам телефон относится к изделиям II класса, третьего поколения совместимого с аппаратурой, выполненной на ПП.

Основные параметры телефона ТДК-1:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	100 .. 5000
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 100...5000 Гц, дБ, не более	12
Средняя чувствительность диапазона 100...5000 Гц, Па/В, не менее	10
Коэффициент нелинейных искажений звукового давления, развиваемого телефоном в камере ИУ на 1000 Гц при напряжении на его выводах 2 В, %, не более	8
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	128 ... 192

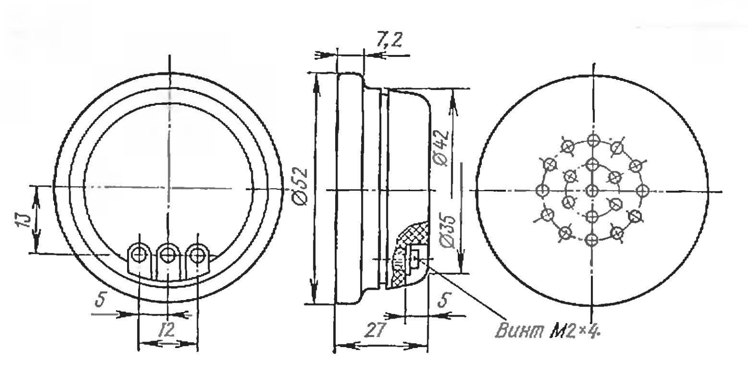


Рис. 3.15. Общий вид телефона ТДК-1

Сопротивление изоляции между выходными выводами и выводом «земля» в нормальных условиях эксплуатации, МОм	10
Предельное напряжение изоляции между выходными контактами и контактом «земля» в течение 1 мин частотой 50 Гц, В	220
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 10 ... 70 Гц с ускорением, м/с^2, не более	34,3 (3,5g)
температура, °С:	
повышенная	+50 ... +65
пониженная	—10 ... —50
относительная влажность при 40° С	98%
Масса, г, не более	
Наработка на отказ, ч, не менее	50 000
Срок службы, лет	10

ТДК-2Э

Электродинамический телефон ТДК-2Э предназначен для работы в аппаратуре связи для приема информации, передаваемой по служебным каналам, а также для подачи звуковых сигналов в аппаратуре оповещения. Телефон может быть использован в любительских радиоэлектронных изделиях, противоугонных устройствах и охранных системах. Телефон предназначен для эксплуатации в районах с умеренно-холодным и тропическим климатом.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры ТДК-2Э приведены на рис. 3.16. Телефон относится к неремонтируемым, неразборным конструкциям с увеличенным ресурсом работы, повышенной надежностью и долговечностью. Конструкция телефона и примененные материалы обеспечивают высокую безопасность эксплуатации. На лицевой поверхности крышки телефона предусмотрены круглые, концентрически расположенные отверстия, образующие акустический вход звуковых волн. На тыльной поверхности корпуса телефона имеется выход для соединительного телефонного шнура, длина которого равна 0,5 м.

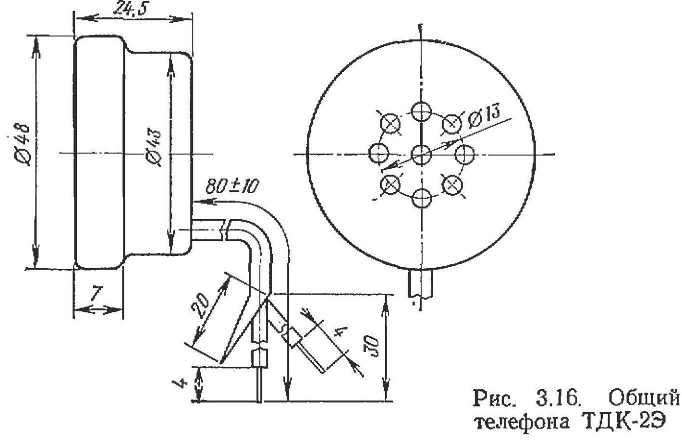


Рис. 3.16. Общий вид телефона ТДК-2Э

Разделка этого шнура показана на рис. 3.16. По массогабаритным, эксплуатационным и техническим характеристикам телефон относится к изделиям третьего поколения, совместимых с аппаратурой, выполненной на ПП. Номинальные параметры телефона обеспечиваются при нормальных условиях эксплуатации. В условиях воздействия предельных нагрузок электроакустические параметры телефона снижаются в среднем на 15%.

Частотная характеристика телефона укладывается в область, показанную на рис. 3.1 и 3.2, где положение допусковой области по оси ординат не фиксируется, а нуль-децибел выбран условно.

Основные параметры телефона ТДК-2Э:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	100 ... 6000
Средняя чувствительность в диапазоне 100 ... 6000 Гц, Па/В	12 ... 16
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне, дБ, не более:	
100 ... 6000 Гц	12
100 ... 7000 Гц	18
Коэффициент нелинейных искажений звукового давления, развиваемого телефоном в камере ИУ на 1000 Гц при напряжении на его зажимах 2 В, %, не более	5
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	190±30
Сопротивление изоляции между выводом, экраном и токонесущими жилами, МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	50
при повышенной температуре	5
при повышенной влажности	0,5
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 10 ... 200 Гц с ускорением, м/с², не более	19,6 (2*g*)
линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, м/с², не более	39,24 (4*g*)
ударные нагрузки с ускорением, м/с², не более	98,1 (10*g*)
температура, °С:	
повышенная рабочая	+50
пониженная рабочая	—50
пониженное атмосферное давление воздуха, кПа	23 (170 мм рт. ст.)
циклическое (многократное) воздействие температур, °С	—60 ... +65
повышенная относительная влажность при 40° С, %, не более	98
иней и роса	Допускаются
Масса, г, не более	140
Вероятность безотказной работы телефона за 500 ч при риске заказчика β=0,2, не менее	0,9

ТДМ-2Э

Электродинамический малогабаритный телефон ТДМ-2Э предназначен для работы в составе аппаратуры связи в условиях морского и тропического климата. Применяется телефон для приема информации, передаваемой голосом на линиях служебной связи или звукового сигнала оповещения. Телефон может

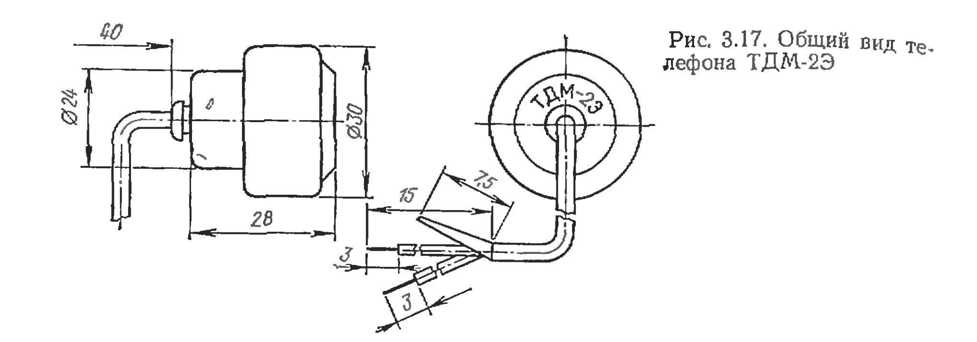


Рис. 3.17. Общий вид телефона ТДМ-2Э

быть использован также в радиолюбительских конструкциях, сторожевых устройствах и устройствах сигнализации.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона ТДМ-2Э приведены на рис. 3.17. Телефон относится к неразъемным, неремонтируемым изделиям, выполненным по принципу изодинамической системы. Неремонтируемость телефона предъявляет особые требования к конструкции, обеспечивающие высокие показатели надежности и долговечности. Корпус телефона изготовлен из ударопрочной пластмассы, на передней крышке корпуса имеются концентрически расположенные отверстия, образующие акустический вход звуковых волн. На тыльной части корпуса имеется отверстие для выхода телефонного шнура, а также вывод «земля». Разделка телефонного шнура показана на рис. 3.17. В месте выхода шнура установлена резиновая герметизирующая шайба.

Внешняя отделка телефона и эстетические показатели обеспечивают поставку телефона на экспорт. Массогабаритные размеры и технические характеристики телефона соответствуют требованиям, предъявляемым к изделиям третьего поколения радиотехнических изделий, совместимых с аппаратурой, выполненной на ПП и ИС.

Область частотной характеристики чувствительности телефона ТДМ-2Э приведена на рис. 3.18. При эксплуатации телефона в жестких условиях воздействия климатических и механических нагрузок основные электроакустические параметры телефона уходят от номинальных значений не более чем на 15%.

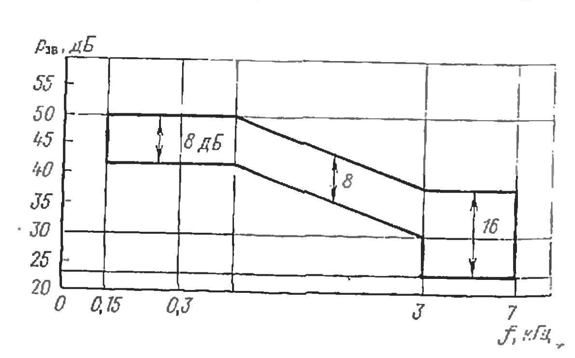


Рис. 3.18. Область частотной характеристики чувствительности телефона ТДМ-2Э

Основные параметры телефона ТДМ-2Э:

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	150 ... 7000
Средняя чувствительность в диапазоне, Па/В, не менее:	
150 ... 5000 Гц	10
150 ... 7000 Гц	8
Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 150 ... 7000 Гц, дБ, не более	25
Суммарный коэффициент искажений звукового давления, создаваемого телефоном в камере ИУ на 1000 Гц при напряжении на его выводах 1 В, %, не более	5
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом	120 ... 80
Сопротивление изоляции между экраном и токонесущими жилами шнура, МОм, не менее:	
в нормальных климатических условиях	20
при повышенной температуре	5
при повышенной относительной влажности	1
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 10 ... 288 Гц с ускорением, м/с², не более	49,1 (5*g*)
ударные нагрузки 134 000 ударов при частоте 40 ... ... 80 уд./мин с длительностью импульса до 10 мс в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с ускорением, м/с², не более	147,1 (15*g*)
линейные (центробежные) нагрузки в течение 3 мин в каждом из двух взаимно перпендикулярных положений с ускорением, м/с², не более	98,1 (10*g*)
температура рабочая, °С	—60 ... +60
циклическое (многократное) воздействие температур	—60 ... +80
повышенная относительная влажность воздуха при 40° С, %, не более	98
пониженное атмосферное давление, кПа	61,2 (460 мм рт. ст.)
пыль, водяные брызги	Допускаются
Масса телефона, г, не более	30
Масса телефона с отрезком шнура, г, не более . . .	50
Срок службы, лет, не менее	10
Срок гарантии, лет, не менее	5,5
Минимальная наработка на отказ в режимах предельных нагрузок, ч, не менее	10 000

ТЭМК-3

Электродинамический малогабаритный телефон ТЭМК-3 предназначен для работы в составе телефонных аппаратов общего применения в нормальных климатических условиях. Применение телефона в переговорных устройствах ограничивается током постоянного напряжения до 10 мА.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона капсюльного ТЭМК-3 приведены на рис. 3.19. Телефон относится к изделиям четвертого поколения, совместимых с аппаратурой, выполненной на ПП и ИС. Конструкция телефона является неразборной и неремонтируемой, обеспечивает повышенные параметры надежности и долговечности. Корпус телефона изготавливается из ударопрочной пластмассы, детали телефона дополнительно аморти-

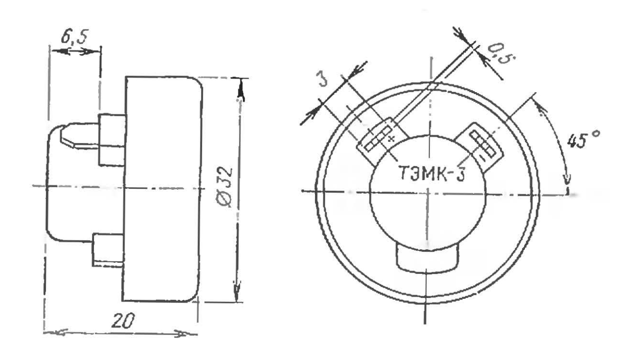


Рис. 3.19. Общий вид телефона ТЭМК-3

зированы. Акустический вход звуковых волн расположен на лицевой стороне корпуса телефона, выполнен в виде концентрически расположенных отверстий. Выходные контакты выполнены в виде штырей для подключения втычных электрических соединителей. Массогабаритные характеристики, технические параметры и внешняя отделка телефона обеспечивают поставку изделий на экспорт.

Область частотной характеристики телефона ТЭМК-3 приведена на рис. 3.20. При эксплуатации телефонов при предельных значениях внешних воздействующих факторов их параметры могут отличаться от номинальных не более чем на 15 ... 20%. Электроакустические параметры телефона определены на частотах 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1800; 2000; 2500; 3000;; 4000; 5000; 6000 Гц. Проверка качества телефона осуществляется на специальных стендах в заводских условиях, но некоторые параметры могут быть определены методом непосредственного измерения. Например, коэффициент приема $K_{пр}$ можно определить, используя схему на рис. 3.21, в которой применены следующие комплектующие ЭРЭ: резисторы типа МЛТ; конденсаторы типа МБМ; трансформатор согласующий, изготовленный на магнитопроводе типа Ш8×8; первичная обмотка имеет 925 витков; вторичная — 415 витков и 620 витков, намотанных проводом ПЭЛ 0,15. Коэффициент приема определяется как отношение напряжения на резисторе 270±15 Ом, включенном на выводах *1* и *2*, к входному напряжению на выводах *3* и *4*. Входное напряжение на выводах равно 300 мкВ. Источник шумового сигнала с диапазоном частот не уже 250 ... 3500 Гц при напряжении 0,3 ... 0,5 В.

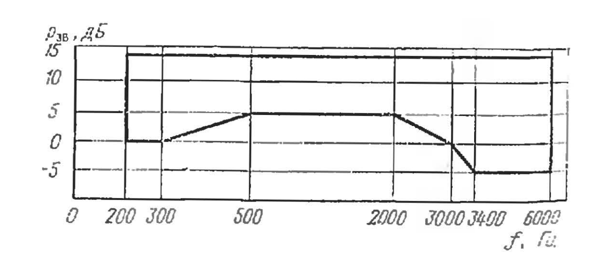


Рис. 3.20. Область частотной характеристики телефона ТЭМК-3

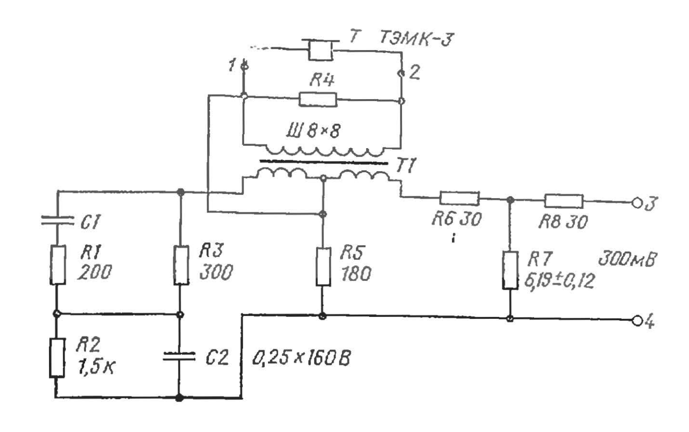


Рис. 3.21. Принципиальная электрическая схема контроля параметров телефона ТЭМК-3

Основные параметры телефона ***ТЭМК-3:***

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	200 ... 6000
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне 200 ... 6000 Гц, дБ	15
Эквивалент затухания приема ($B_{пр}$) при затухании абонентской линии, дБ:	
0 дБ в нормальных климатических условиях, не менее	—5
4,3 дБ в нормальных климатических условиях, не более	9
4,3 дБ при повышенной влажности, не менее . . .	9±2
то же при повышенной и пониженной рабочих температурах	9±1
Суммарный коэффициент гармонических искажений на 1000 Гц при напряжении 2 В, %, не более	
Коэффициент приема $K_{пр}$ на частотах:	
300 Гц	0,360±0,02
1000 Гц	0,360±0,015
3500 Гц	0,346±0,025
Модуль полного электрического сопротивления переменному току на 1000 Гц, Ом:	
в нормальных климатических условиях	260±52
при повышенной относительной влажности, повышенной и пониженной температурах	260±78
Условия эксплуатации:	
вибрационные нагрузки в диапазоне 15 ... 80 Гц с ускорением, м/с², не более	39,4 (4g)
многократные удары в количестве 6000 с ускорением, м/с², не более	147,1 (15g)
температура, °С:	
повышенная рабочая	—10
пониженная предельная	—50
повышенная рабочая	+45
повышенная предельная	+50
Масса, г, не более	40
Вероятность безотказной работы в нормальных климатических условиях за 500 ч при риске заказчика β=0,2, не менее	0,96

ТД-6

Электродинамический телефон ТД-6 предназначен для применения в качестве преобразователя электрических сигналов напряжением 2 В в звуковые при исследованиях и акустических измерениях и при контроле уровня звукозаписи и звуковоспроизведения, проводимых в нормальных климатических условиях и условиях тропического климата. Высокие и стабильные электроакустические параметры позволяют значительно расширить область применения данного телефона. Его можно использовать в сигнальных и сторожевых электронных конструкциях, а также в радиолюбительских переговорных устройствах.

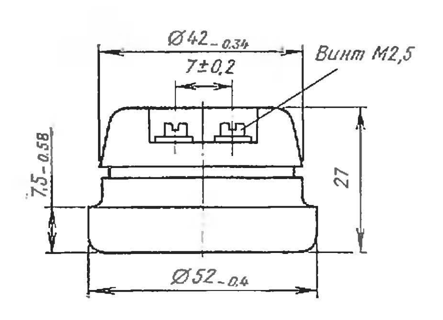


Рис. 3.22. Общий вид телефона ТД-6 (ТД-6-Т)

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры телефона приведены на рис. 3. 22. Конструкция телефона является неразборной и неремонтируемой, что предъявляет к разработчикам и изготовителям особые требования по повышению надежности и долговечности. По технико-эксплуатационным характеристикам телефон относится к изделиям третьего поколения, электрическая часть которого совместима с аппаратурой, выполненной на ПП. Конструкция телефона рассчитана на эксплуатацию в жестких условиях внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и др.

Корпус телефона изготавливается из ударопрочной пластмассы. На лицевой поверхности крышки телефона расположен акустический вход, выполненный в виде концентрически расположенных круглых отверстий. На тыльной стороне корпуса расположены выходные выводы звуковой катушки. Подсоединение телефонного шнура к телефону осуществляется при помощи винтов М2,5×5.

Номинальные значения параметров телефона соответствуют нормальным климатическим условиям. При эксплуатации телефона в условиях предельных значений воздействующих факторов некоторые параметры могут изменяться в пределах 10 ... 15%.

Частотная характеристика телефона приведена на рис. 3.1 и 3.2. Прямолинейность частотной характеристики в номинальном диапазоне частот сохраняется при подаче на телефон напряжения 2 В. При повышенной и пониженной температурах и повышенной относительной влажности отклонение от прямолинейности во всем диапазоне не превышает ±0,5 дБ.

Основные параметры телефона ТД-6 (ТД-6-Т):

Номинальный диапазон рабочих частот, Гц	100 ... 5000
Средняя чувствительность в диапазоне 100 ... 5000 Гц, Па/В, не менее:	
при нормальных условиях эксплуатации	10
при повышенной относительной влажности, повышенной и пониженной температурах	9

Неравномерность частотной характеристики чувствительности в диапазоне 100 ... 5000 Гц, дБ, не более:	
при нормальных условиях эксплуатации	12
при повышенной относительной влажности, повышенной и пониженной температурах	13
Нестабильность чувствительности, дБ, не более:	
в нормальных климатических условиях	±1
при повышенной относительной влажности и предельных положительных и отрицательных температурах	±1,5
Коэффициент нелинейных искажений на 1000 Гц при напряжении сигнала 2 В, %, не более	5
Звуковое давление, Па	20 (0,015 мм рт. ст.)
Сопротивление постоянному току, Ом	140±28
Масса телефона	0,12 кг
Вероятность безотказной работы за 500 ч при риске заказчика $\beta=0{,}1$, не менее	0,92

Список литературы

1. **Акустика**/ А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожков, В. И. Шоров; Под ред. М. А. Сапожкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 336 с.
2. **Справочник** конструктора РЭА: компоненты механизма, надежность/ Н. А. Барканов, Б. Е. Бердичевский, П. Д. Верхопятницкий и др.; Под ред. Р. Г. Варламова. — М.: Радио и связь, 1985. —384 с.
3. **Справочная книга радиолюбителя-конструктора**/ А. А. Бокуняев, Н. М. Борисов, Р. Г. Варламов и др.; Под ред. Н. И. Чистякова. — М.: Радио и связь, 1990. — 624 с.
4. **Радиовещание** и электроакустика/ А. В. Выходец, М. В. Гитлиц, Ю. А. Ковалгин и др.; Под ред. М. В. Гитлица. — М.: Радио и связь, 1989. — 432 с.
5. **Сапожков М. А.** Электроакустика. — М.: Связь, 1978. — 272 с.
6. **Иоффе В. К., Корольков В. Г., Сапожков М. А.** Справочник по акустике. — М.: Связь, 1979. — 312 с.
7. **Изделия с маркой «Октава»: каталог.** — Тула: Коммунар, 1985. — 12 с.
8. **Сапожков М. А.** Звукофикация открытых пространств. — М.: Связь, 1979.